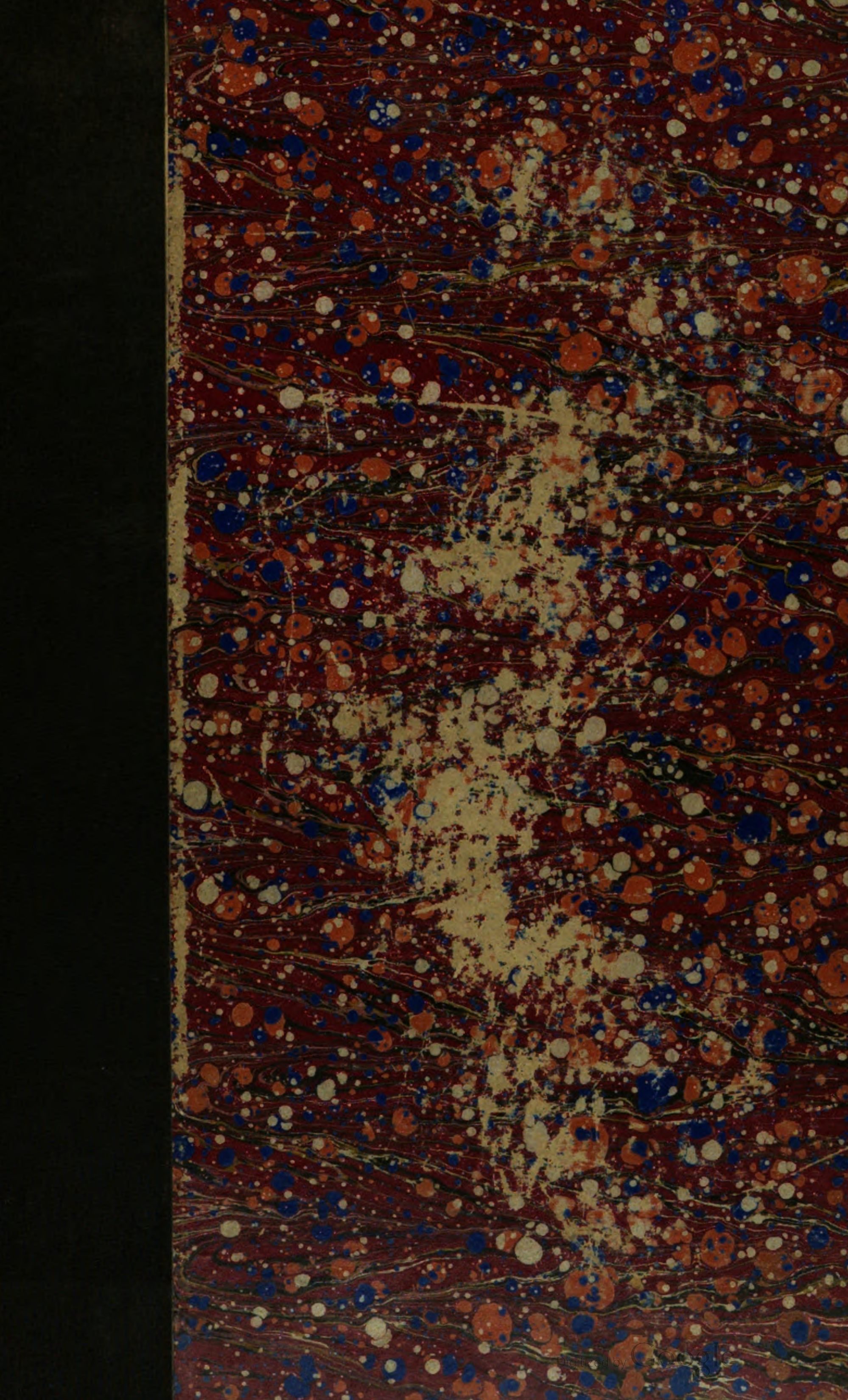


Zeitschrift

für

WISSENSCHAFTLICHE ZOOLOGIE

begründet

von

Carl Theodor v. Siebold und **Albert v. Kölliker**

herausgegeben von

Albert v. Kölliker und **Ernst Ehlers**

Professor a. d. Universität zu Würzburg — Professor a. d. Universität zu Göttingen.

Sechzigster Band

Mit 39 Tafeln und 8 Figuren im Text.

LEIPZIG

Verlag von Wilhelm Engelmann

1895.

Inhalt des sechzigsten Bandes.

Erstes Heft.

Ausgegeben den 4. October 1895.

Seite

Zweites Heft.

Ausgegeben den 22. October 1895.

Drittes Heft.

Ausgegeben den 17. December 1895.

Viertes Heft.

Ausgegeben den 31. December 1895.

Über den feineren Bau der Drüsenzellen des Kopfes von Anilocra mediterranea Leach im Speciellen und die Amitosenfrage im Allgemeinen.

Von

Dr. O. vom Rath (Freiburg i. B.).

Mit Tafel I—III.

I. Theil. Über den feineren Bau der Drüsenzellen des Kopfes von Anilocra mediterranea.

Als ich mich bei einem Aufenthalte an der Zoologischen Station in Neapel im Frühjahr 1888 mit vergleichenden Studien über die Sinnesorgane der Crustaceen beschäftigte, fertigte ich gelegentlich auch Schnittserien durch die Köpfe mariner Isopoden an. Besonders günstige Resultate ergaben mir die Köpfe von Anilocra mediterranea. Die zum Saugen umgewandelten Mundwerkzeuge dieser auf Fischen schmarotzenden Asseln sind ziemlich weich, so dass man in jeder beliebigen Richtung des Kopfes völlig lückenlose Serien dünner Schnitte herstellen kann; ferner sind die Zellen und ihre Kerne durch eine erstaunliche Größe ausgezeichnet, so dass man mancherlei interessante Aufschlüsse über die feineren Strukturverhältnisse derselben erhält.

Schon bei flüchtiger Durchmusterung meiner Präparate bei schwacher Vergrößerung fielen mir damals große Zellen mit mächtigen, oft in der Mehrzahl vorhandenen Kernen auf, welche eine mir unbekannte eigenartige Anordnung des Chromatins mit großer Regelmäßigkeit erkennen ließen.

Da mir trotz eifrigen Suchens bei einer großen Zahl von assimilirenden und secernirenden Zellen vieler anderer Metazoen niemals wieder ähnliche Chromatinfiguren zur Anschauung kamen und ich eben so wenig in der Litteratur eine hierher gehörige Angabe oder Abbildung auffinden konnte, habe ich in aller Kürze meine Befunde bekannt gegeben (2a), in der Hoffnung, dass anderen Autoren derartige

Bilder begegnen könnten und durch Vergleichung eine befriedigende Erklärung der chromatischen Sterne ermöglicht würde. Wie wir weiter unten noch näher besprechen werden, hat dann ein Jahr später MANILLE IDE (1) ganz ähnliche Bilder bei Jone thoracica ♀ aufgefunden und l. c. auf Tafel II in Fig. 26 abgebildet, ohne aber diese Chromatinfiguren weiter zu besprechen und ohne auf die Ähnlichkeit unserer beiderseitigen Befunde hinzuweisen. In Fig. 3 habe ich eine Kopie einer solchen von IDE gezeichneten Zelle gegeben. Da ich nun im Frühjahr dieses Jahres (1895) noch einmal Anilocraköpfe untersuchte, die ich in Neapel nach einer neuen guten Methode konservirt hatte, kann ich meine früheren Angaben wesentlich erweitern und Fragen entscheiden, die ich früher offen lassen musste. Ich beginne meine Darstellung mit einer Beschreibung meiner Konservirungs- und Färbungsmethoden.

Konservirungs- und Färbungsmethoden.

Zur Konservirung und Färbung meiner älteren Präparate habe ich früher die damals üblichen, relativ einfachen Methoden in Anwendung gebracht; es ist daher nicht zu verwundern, dass ich Centrosomen, Sphären und besondere Feinheiten der Zellstruktur nicht habe erkennen können. Ich verfuhr folgendermaßen: Den lebenden Thieren wurden mit einer scharfen Schere die Köpfe abgeschnitten und sofort in Pikrinschwefelsäure, Pikrinsalpetersäure, absoluten Alkohol, Sublimat, Chromessigosmiumsäure etc. eingelegt und die Präparate in toto in Pikrokarmin, Alaunkarmin, Boraxkarmin, Alaunkochenille und anderen Farben tingirt. Es wurden Zupfpräparate und Serienschnitte hergestellt. Meine neuen Präparate fertigte ich aber mittels einer Mischung von Pikrinessig- und Platinchloridosmiumsäure (confer 2d) an, die ich übrigens stark mit Pikrinessigsäure verdünnte, da sonst leicht eine zu starke Bräunung der Objekte stattfindet. Ich unterließ meist eine Nachbehandlung mit unreinem Holzessig und färbte mit Safranin und dann mit Hämatoxylin (nach DELAFIELD). Da die Farben bei dieser Konservirung nur sehr langsam einwirken, muss lange gefärbt werden. Bei den meisten übrigen in dieser Arbeit erwähnten Objekten wurde die gleiche Methode befolgt. Andere Konservirungen sind stets ausdrücklich angegeben.

Ein längeres Verweilen meiner Objekte in einer schwächeren Mischung meiner Konservirungsflüssigkeit erwies sich für manche Beziehungen aber auch zum Studium der Sphären und Centrosomen als besser wie ein kurzes Verweilen in der stärkeren Lösung, die allerdings für das Studium der Hodenzellen von Amphibien mehr leistet.

Des Vergleiches halber habe ich auch andere Konservirungsflüssigkeiten in Anwendung gebracht, z. B. meine Nr. 2b beschriebene Pikrinessigosmiumsäure, sowie meine Nr. 2d empfohlene Pikrinessigplatinchloridlösung. Gute Erfolge hatte ich ferner mit einer Pikrinessigsublimatlösung, die ich folgendermaßen herstelle. In eine koncentrirte wässerige Sublimatlösung gieße ich die gleiche Menge einer gesättigten, wässerigen Pikrinsäurelösung und setze je nach dem zu erreichenden Zwecke auf 1000 ccm 1 ccm oder mehr Eisessig zu. Handelt es sich lediglich um eine Darstellung der Centrosomen und Sphären, so kann man recht viel Eisessig nehmen, dann wird aber die feinere Struktur des Zellplasmas recht undeutlich, wo hingegen besonders die Strahlungen der Sphäre sehr scharf hervortreten. Ich habe auch für manche Zwecke befriedigende Resultate erzielt, wenn ich zu absolutem Alkohol ein wenig Sublimat und ein wenig Eisessig zugab.

Empirischer Theil.

Über die topographische Anordnung der Kopfdrüsen von Anilocra mediterranea und ihre physiologische Bedeutung.

Die durch die von mir früher beschriebene eigenartige, polycentrische Anordnung des Chromatins ausgezeichneten Drüsenzellen des Kopfes von Anilocra umlagern gruppenweise den Vorderdarm, doch fand ich sie auch im vorderen und oberen Theile des Kopfes, sowie in den Mundwerkzeugen. Vielfach sind solche Zellen in Form von Rosetten gruppirt, es treten aber auch unregelmäßig angeordnete Komplexe von Zellen, sowie vereinzelte Drüsenzellen auf. Die Größe der Rosetten sowie die ihrer Zellen und Kerne ist sehr verschieden. Ich sah kleine Rosetten dicht neben recht großen. Einzelne Zellen maßen 120, 80, 64 bis 40 μ, während ihre Kerne dem entsprechend 50, 40, 30 und 20 μ im Durchmesser hatten. Die im vorderen und oberen Theil des Kopfes gelegenen, in ihrer Form recht unregelmäßigen Zellen, sind noch wesentlich größer als eben angegeben wurde, doch sind diese Zellen und ihre Kerne ganz unverkennbar in Degeneration begriffen (vergleiche Fig. 6, 7 und 8). Die in Rede stehenden Kopfdrüsenzellen unterscheiden sich nun von allen anderen Drüsenzellen desselben Thieres durch die bereits früher (2a) eingehend beschriebene, polycentrische Anordnung des Chromatins, so dass eine Verwechslung mit Zellen des Darmes oder der Leber (Hepatopankreas) ausgeschlossen ist.

Es drängt sich jetzt die Frage auf, welche physiologische Bedeutung mögen diese Kopfdrüsenzellen von Anilocra haben? In meinem

früheren Aufsatze habe ich diese Zellen schlechthin als Speicheldrüsenzellen bezeichnet, obschon ich mich davon überzeugt hatte, dass ein Theil von ihnen sicherlich gar nicht in den Mund oder Darm einmündet und somit an der Verdauung keinen direkten Antheil nimmt. Bekanntlich fehlen den Crustaceen eigentliche Speicheldrüsen durchgängig, man hat aber trotzdem die Drüsenzellen der Oberlippe, der Mundhöhle und der Mundwerkzeuge aus Analogiegründen vielfach als Speicheldrüsenzellen bezeichnet. In manchen Fällen unterscheiden sich solche Zellen in ihrem feineren Bau in nichts von gewöhnlichen Hautdrüsenzellen, die über den ganzen Körper hin vertheilt sein können. Da nun aber die histologisch gleich gebauten Drüsenzellen des Kopfes, des Rumpfes und der Extremitäten, offenbar in Anpassung an die jeweilige Lebensweise der betreffenden Thiere, in physiologischer Beziehung die größten Modifikationen erfahren haben, zog ich es vor, in diesem Aufsatz den ganz indifferenten Ausdruck Kopfdrüsenzelle zu verwenden. Ich wies schon in meinem früheren Aufsatze darauf hin, dass bei den Crustaceen die Funktion der Speicheldrüsen allgemein durch die meist mächtig entwickelte Mitteldarmdrüse (Hepatopankreas) in den Hintergrund gestellt wird. Bemerkenswerth ist ferner, dass bei den Crustaceen mit saugenden Mundwerkzeugen (wie auch bei den Insekten) die Speicheldrüsen (Kopfdrüsen) wesentlich stärker entwickelt sind, als bei den nächsten Verwandten mit kauenden Mundwerkzeugen. Vielleicht sondern die in Rede stehenden Drüsenzellen von Anilocra einen Giftstoff ab.

Über den histologischen Bau der Drüsenzellen des Kopfes von Anilocra.

Um meine Beschreibung vom feineren Bau der in Rede stehenden Drüsenzellen möglichst kurz fassen zu können, habe ich eine Reihe von Abbildungen gegeben, die bei den stärksten Vergrößerungen entworfen wurden, und in welche ich alle feineren Einzelheiten sorgfältig eingezeichnet habe. Selbstverständlich wählte ich nur solche Zellen für meine Figuren aus, welche für eine Entscheidung der uns hier näher interessirenden Fragen besonders günstig waren. Dass bei gut gelungenen Serien immer nur einige Schnitte und auf letzteren auch nur einige Zellen für das Studium der Centrosomen und Sphären brauchbare Bilder zeigen, ist hinlänglich bekannt. Von vielen, mit der Pikrinessigplatinchloridosmiumsäure behandelten Köpfen von Anilocra waren einige für das Studium der Centrosomen und Sphären besonders günstig, während andere, die durch ein längeres Verweilen in der Konservirungsflüssigkeit etwas dunkle Bilder lieferten, zumal bei Nachfärbung

der Serienschnitte mit Safranin und Hämatoxylin, eine prachtvolle Differenzirung in der Färbung des Drüsensekretes, des Zellplasmas, sowie der Nucleolarsubstanz zeigten. Ferner waren Lininfäden, welche die chromatischen Sterne unter einander verbinden, mit großer Deutlichkeit zu erkennen. In Figur 1 habe ich von einer Drüsenrosette eines solchen Anilocrakopfes eine Abbildung gegeben, die nach vier auf einander folgenden Schnitten kombinirt wurde. Das Gesammtbild ist trotz dieser Zusammenstellung keineswegs schematisirt. Die übrigen Abbildungen sind alle nach je einem Schnitt entworfen.

Die Drüsenrosetten von Anilocra sind in folgender Weise zusammengesetzt. In allen Fällen ist eine Gruppe typischer Drüsenzellen mit großen, oft in der Mehrzahl vorhandenen Kernen um eine wesentlich kleinere, centrale Zelle gelagert, welche sofort durch ihren Gesammthabitus gegen die peripheren großen Zellen absticht (Fig. 1). Der Kern dieser centralen Zelle lässt keine Spur der interessanten polycentrischen Anordnung des Chromatins erkennen, vielmehr ist letzteres in einem feinen Maschennetz vertheilt. Es fallen meist zwei dunkel tingirte kleine Nucleolen auf, die jeweils einen dicht anliegenden viel größeren blassen Gefährten besitzen[1]. Das Zellplasma zeigt in Bezug auf feinere Strukturverhältnisse nichts Charakteristisches, doch traf ich mit Regelmäßigkeit in demselben einen größeren Ausführungsgang, in welchen viele kleinere und zarte Gänge einmünden. Die centrale Zelle ist nichts Anderes als eine Sammelzelle für die Ausführungsgänge der eigentlichen Drüsenzellen jeder Rosette. Wesentlich verschieden von dieser centralen Zelle sind die großen, peripheren Drüsenzellen (Fig 1 *a*—*e*). Letztere zeigen häufig einen scheinbar wabigen Bau des Cytoplasmas. In letzterem bemerkt man häufig das abgesonderte Drüsensekret in Form eines großen, dem Kern meist dicht anliegenden

[1] Das Vorkommen von doppelter Nucleolarsubstanz ist in letzter Zeit von LOENNBERG (Kernstudien. Biologiska Foereningens Foerhandlingar, Bd. IV, 1892, Nr. 11, p. 83) näher besprochen, nachdem bereits früher eine Zusammensetzung des Hauptnucleus aus zwei verschieden lichtbrechenden und verschieden färbbaren Substanzen in Eizellen durch LEYDIG, FLEMMING und O. HERTWIG in Follikelzellen des Hodens durch F. HERMANN beschrieben war. LOENNBERG fand diese doppelte Nucleolarsubstanz bei Leberzellen von Mollusken (Nudibranchien) und bei Astacus. Bei letzterem Thiere waren die kleineren, stärker lichtbrechenden und tingirbaren Theile der Kernkörper häufig doppelt oder mehrfach vorhanden. Diese Befunde möchte LOENNBERG in eine Beziehung zum intracellulären Stoffwechsel setzen, da ein derartiges Verhalten bisher bei Zellen gefunden wurde, bei denen dieser als besonders lebhaft anzunehmen ist. Ich selbst habe solche Vorkommnisse recht häufig gesehen und im Hoden nicht nur in Stützzellen, sondern hin und wieder in echten Sexualzellen, ferner in der Leber vieler Mollusken, Crustaceen und Amphibien gefunden.

Tropfens, der seinerseits wieder aus überaus feinen Sekrettröpfchen zusammengesetzt ist; ferner sieht man in jeder Zelle einen oder mehrere Ausführungsgänge, deren Zahl mit der der Kerne recht häufig übereinstimmt (Fig. 1, 4).

Das intracelluläre Stück der Ausführungsgänge ist Anfangs kolbig angeschwollen und sehr zartwandig und in dieses münden in großer Zahl überaus feine haarförmige Gänge. Auf Schnitten kommt begreiflicherweise nur in seltenen Fällen der intracelluläre Drüsengang mit seinem kolbenförmigen Anfangsstück und den einmündenden feinen Gängen in seiner ganzen Länge zur Anschauung, eben so bemerkt man nur hin und wieder einmal den Eintritt des Ausführungsganges in die centrale Sammelzelle und seine Verbindung mit dem gemeinsamen Sammelgang dieser Centralzelle. Sehr instruktive Übersichtsbilder erhält man dagegen auf Zupfpräparaten, bei welchen oft mehrere neben einander liegende Rosetten in Zusammenhang bleiben.

Ganz ähnliche Befunde, wie ich sie eben beschrieben habe, hat Manille Ide in seinen Arbeiten »Les glandes cutannées a canaux intracellulaires« und »Le tube digestif des Édriophthalmes« publicirt (Nr. 1). Für unsere Zwecke kommt hauptsächlich die erste Arbeit in Betracht, in welcher auch die auf Drüsenzellen von Crustaceen bezüglichen Arbeiten von Weber, Huet, Leydig, Claus, Nebeski, Mayer, Spangenberg, Hoek, Blanc, v. Siebold und Stannius, Cornalia und Panceri, Dohrn, Haller, Rosenstadt, Giard und Bonnier, Braun, Frenzel und Anderer in so ausführlicher Weise erörtert werden, dass ich mich hier darauf beschränken darf, auf diese vergleichende Darstellung zu verweisen. Die wichtigsten Ergebnisse seiner Beobachtungen über rosettenförmige Drüsen fasst Ide wie folgt zusammen: »Les glandes en rosettes ne sont pas des acinis glandulaires ordinaires, ce sont des pseudo-acinis. Chaque paire de cellules ou peu s'en faut, y possède un canal excréteur propre et, chez l'Asellus et la Vibila, nous avons constaté la présence de canalicules intraplasmatiques. L'analogie seule nous permettrait d'appliquer cette manière de voir aux autres espèces: Ione, Gyge, Anilocra, même Idotea et Gammarus, dont les glandes, malgré leur ressemblance avec celles de l'Asellus, ne nous ont pas laissé voir les canaux dans leur cytoplasma. Mais, abstraction faite de ce point délicat, les glandes de ces espèces sont encore des pseudo-acinis, parceque leurs cellules sont enveloppées individuellement de tissu conjonctif et que leur lumière contient des canaux chitineux.«

Vergleichen wir diese Befunde von Ide mit meinen eben erwähnten Angaben, so finden wir eine überraschende Ähnlichkeit. Wie bei Asellus und Vibila findet man nach meinen Untersuchungen auch in

den Rosettenzellen von Anilocra mediterranea intracelluläre Ausführungsgänge, die in eine centrale Sammelzelle einmünden. Auf meinen Abbildungen sind die Ausführungsgänge etwas zu stark kontourirt gezeichnet.

Beiläufig möchte ich hier daran erinnern, dass Drüsenzellen mit intracellulären Gängen außer bei Crustaceen auch bei anderen Metazoen beschrieben wurden. Ich verweise hier in erster Linie auf die Arbeit von Gilson »Les glandes odorifères du Blaps mortisaga«, sowie auf die Untersuchungen von Bolsius »Les organes segmentaires des hirudinées«. Cellule T. V.

Über das Drüsensekret der in Rede stehenden Zellen von Anilocra kann ich mich kurz fassen. Das Sekret liegt, wie bereits oben erwähnt wurde, dem Kern in Form eines großen Tropfens vielfach dicht an und verleiht demselben häufig seine eigenartigen Formen, z. B. Einbuchtungen. In manchen Fällen sah ich auch in Zellen, deren Gesammthabitus sowie der ihrer Kerne unbedingt auf eine Degeneration hinweisen, innerhalb der Kerne selbst eine Sekretmasse liegen, so dass der Kern offenbar selbst an der Sekretbildung Antheil nimmt (vergleiche Fig. 8).

Während nun meine alten Schnittserien über das Drüsensekret keine befriedigenden Aufschlüsse gaben, haben mir meine neuen Präparate und zumal die, welche auf dem Objektträger mit Safranin und Hämatoxylin nachgefärbt waren, höchst instruktive Bilder geliefert. In allen Fällen war das Sekret selbst viel weniger intensiv tingirt als das Zellplasma und trat hierdurch oft mit außerordentlicher Schärfe hervor. Von besonderem Interesse ist es nun, dass jeder Sekretklumpen stets dieselbe Farbe hatte wie die Nucleolen. Letztere hatte ich auf meinen früheren Präparaten wegen ihrer Blässe nicht mit genügender Schärfe erkennen können. Auf meinen neuen Präparaten waren aber je nach der Einwirkung der Farbstoffe die Nucleolen und das Drüsensekret auf einigen Schnittserien grau, auf anderen braun, manches Mal aber gelb gefärbt, stets aber war eine ganz auffallende Übereinstimmung der Färbung bei Nucleolen und Sekret vorhanden. Dieser Befund deutet wohl auf eine verwandte chemische Zusammensetzung der Nucleolarsubstanz und des Drüsensekretes hin und scheint zu Gunsten einer unlängst von V. Häcker über die Bedeutung der Nucleolarsubstanz ausgesprochenen Auffassung zu sprechen. Auf Grund von Untersuchungen über die Veränderungen, welche die Nucleolarsubstanz während des Keimbläschenstadiums erfährt, glaubt nämlich Häcker (Das Keimbläschen, seine Elemente und Lageveränderungen, II. Theil, Archiv für mikr. Anat. Bd. XLII, 1893) annehmen

zu dürfen, dass die Nucleolen nicht, wie gewöhnlich angegeben wird, die Bedeutung von Nähr- oder Reservestoffen haben, welche bei der Bildung des Chromatins verwendet werden, dass dieselben vielmehr Spaltprodukte sekretorischer Natur darstellen, welche während der vegetativen Thätigkeit der Kernsubstanzen ihre Entstehung nehmen und vor oder während der Kerntheilung der Auflösung anheimfallen. Mit dieser Auffassung lässt sich nicht allein das früher von verschiedenen anderen Autoren genau beschriebene Verhalten der Nucleolen im Wirbelthierkeimbläschen gut in Einklang bringen (Rückert, Born), sondern vor Allem auch die Thatsache, dass die Nucleolarsubstanz gerade in Drüsenzellen zu besonderer Entfaltung kommt. Der gesteigerten sekretorischen Leistungsfähigkeit des Zellplasmas würde hier eine erhöhte sekretorische Thätigkeit des Kernplasmas parallel laufen. In Betreff näherer Einzelheiten sowie Litteraturangaben verweise ich auf die oben citirte Arbeit von V. Häcker.

Über die Centrosomen und Sphären der Kopfdrüsenzellen von Anilocra mediterranea.

Wenn schon bei ruhenden und auch bei sich amitotisch theilenden Zellen Centrosomen und Sphären nur bei Anwendung relativ komplicirter Methoden und dann auch vielfach nur in glücklichen Fällen mit befriedigender Deutlichkeit zur Anschauung kommen, so gilt dies besonders für typische Drüsenzellen. Bei allen secernirenden und assimilirenden Zellen ist obendrein eine Verwechselung der Centrosomen und Sphären mit Zelleinschlüssen wie Sekrettropfen nur zu leicht möglich und in diesen Fällen ist eine Untersuchung mittels recht verschiedener Methoden dringend anzurathen. Trotzdem gerade die Osmiumgemische besonders leicht zu Irrthümern Anlass geben, habe ich gerade mit der oben erwähnten Mischung von Pikrinessig- und Platinchloridosmiumsäure bei den Kopfdrüsenzellen von Anilocra und eben so in Drüsenzellen anderer Thiere, die ich des Vergleiches halber mit beigezogen habe, besonders gute und unzweideutige Resultate zu verzeichnen. In meinen Abbildungen habe ich Centrosomen und Sphären, sowohl was ihre Größe- als Lageverhältnisse anbetrifft, stets mit peinlicher Sorgfalt eingezeichnet.

Die Abbildungen der Anilocrazellen lassen im Zellplasma in verschiedener Entfernung von den Kernen dunkel tingirte Kugeln erkennen, die in einem unregelmäßig gestalteten Plasma liegen, welches gegen das übrige Plasma scharf absticht. Nur in einigen Fällen erkannte ich im Inneren dieser Kugeln ein, zwei oder mehrere Körner, die als Centrosomen zu deuten sind, während ich die Kugeln selbst, obschon

sie häufig völlig homogen zu sein scheinen, als Sphären ansehen möchte. Ganz ähnliche Verhältnisse fand ich in den Leberzellen (Hepatopankreas) von Porcellio scaber (vgl. Fig. 9, 10); auch in diesem Falle halte ich die Kugeln für Sphären und nicht für besonders große Centrosomen und ich finde mich in dieser Auffassung durch meine Befunde in Sexualzellen von Amphibien bestärkt (vgl. Fig. 28—41). Schon in meiner früheren Arbeit habe ich von Sexualzellen von Amphibien, die nicht in Mitose waren, Sphären abgebildet, die meist völlig homogen zu sein schienen, bei welchen ich aber doch hin und wieder ein oder zwei Centrosomen erkennen konnte. Auf neu hergestellten Präparaten, welche absichtlich nicht so stark tingirt wurden, erkannte ich mit großer Regelmäßigkeit ein oder zwei Centrosomen in den Sphären[1]. In meiner eben erwähnten Arbeit machte ich auch auf das Vorkommen von mehr als zwei Sphären in Sexualzellen von Amphibien aufmerksam. Auf eine genauere Beschreibung der Sphären und Centrosomen der Kopfdrüsen von Anilocra med. sowie der Leberzellen von Porcellio scaber will ich hier nicht eintreten, da diese Verhältnisse einestheils in den großen Abbildungen deutlich zu erkennen sind und ich anderentheils eine vergleichende Besprechung der Lage, der Zahl und anderer auf die Centrosomen und Sphären bezüglichen Gesichtspunkte am Schlusse meines Aufsatzes in einem besonderen Kapitel bringen will; dort sollen auch die Arbeiten anderer Autoren, so weit sie unser Thema berühren, berücksichtigt werden (p. 57—83).

Wenden wir uns jetzt noch einmal den chromatischen Sternfiguren der Kerne zu.

[1] Wenn V. Häcker auf der Versammlung der deutschen zoologischen Gesellschaft 1894 in einem Vortrag »Über den heutigen Standpunkt der Centrosomenfrage« erwähnt, dass einige Autoren bei ihren Angaben über die generativen Zellen des Salamanders darüber im Zweifel waren, ob sie besonders große Centrosomen oder geschrumpfte Sphären vor sich hatten, und nun seinerseits erklärt, dass eine vergleichende Betrachtung aller dieser Körper sowie ihres Schicksals bei der Kerntheilung nur ihre Deutung als Centrosomen zulasse, so ist dies ein entschiedener Irrthum Häcker's. Auch ich habe mich früher in manchen Fällen, aber selbstverständlich nur bei ruhenden und bei sich amitotisch theilenden Zellen beziehungsweise Kernen (bei der Mitose ist eine Verwechslung überhaupt ausgeschlossen) vorsichtig darüber ausgedrückt, ob ich eine Sphäre oder ein besonders großes Centrosom vor mir hatte, doch war ich in zweifelhaften Fällen stets geneigt die betreffenden Körper als Sphären anzusehen, wie es sich jetzt auch durch meine neuen Untersuchungen, wie diejenigen von Nicolas und Meves als richtig herausgestellt hat. Häcker hatte selbst keine Untersuchungen über die Sexualzellen des Salamanders angestellt. Ob nun die von genanntem Autor für seine Befunde bei Sida gegebene Deutung von einem besonders großen Centrosoma die richtige ist, möchte ich nach eigener Betrachtung der Präparate Häcker's bezweifeln.

Über die polycentrische Anordnung des Chromatins.

Die eigenartige polycentrische Anordnung des Chromatins in den Kernen der Drüsenzellen des Kopfes von Anilocra med. habe ich früher so eingehend beschrieben, dass ich diesen Angaben kaum etwas Neues hinzufügen kann. Eine jede der chromatischen Sternfiguren besteht aus einem sich intensiv färbenden Centrum und einer Anzahl genau radiär angeordneter, etwas heller tingirter Chromatinstäbchen. Meist erscheint das Centrum als ein vollkommen homogenes Korn, hin und wieder, und zumal auf recht dünnen Schnitten, erkennt man aber an Stelle desselben einen dunklen Ring mit hellem centralen Innenraum. Auf weniger stark gefärbten Präparaten sehen die ziemlich dunkel gefärbten Centren Kernkörperchen nicht unähnlich, während die Chromatinstäbchen die Farbe nur wenig angenommen haben und daher nur bei sorgfältigem Zusehn erkannt werden können. Letztere sind alle an der dem Centrum zugekehrten Spitze bedeutend verjüngt, an der anderen angeschwollen. Eine direkte Verbindung der Chromatinstäbchen mit den Centren scheint auf den ersten Blick nicht stattzufinden, vielmehr glaubt man vielfach um die Centren einen hellen Hof zu erkennen. Mit starken Immersionslinsen bemerkt man aber deutlich, dass das keulenförmige Chromatinstäbchen centralwärts in einen überaus dünnen und blassen Lininfaden übergeht, welcher das dunkle Centrum erreicht. Nie ist eine Andeutung dafür vorhanden, dass zwei Chromatinstäbchen sich mit ihren verjüngten Spitzen vereinigen. Es umstehen nun aber die chromatischen Stäbchen das Centrum keineswegs scheibenförmig, wie man es vielleicht auf den ersten Anblick der Abbildungen vermuthen könnte, dieselben sind vielmehr genau radiär um die centrale Kugel angeordnet. Auf Serienschnitten kommen begreiflicherweise neben intakten Sternfiguren häufig angeschnittene Stücke solcher Sterne zur Anschauung. Wenn der Schnitt das Centrum nicht getroffen hat, sieht man stets angeschnittene Strahlen und zumal in der Gegend der Kernmembran. Es liegt nämlich das Centrum des Sternes in keinem Fall der Kernperipherie dicht an. In Kernen mit nur einem Stern fällt das Centrum des Sternes und des Kernes meist ziemlich genau zusammen; in Kernen mit mehreren Sternen ist das Centrum eines jeden Sternes von der Kernperipherie stets um die Länge eines Sternradius entfernt. Von den chromatischen Stäbchen und zumal von ihren angeschwollenen peripheren Enden gehen blasse achromatische Fäden aus, welche nicht nur die Stäbchen jedes Sternes mit einander verbinden, sondern sich auch an die Stäbchen der Nachbarsterne ansetzen und somit ein feines blasses Netzwerk bilden, welches sämmtliche Sterne

eines Kernes mit einander in Verbindung setzt. Der Sterndurchmesser in den verschiedenen Kernen ist ein sehr verschiedener und auch bei den Sternen desselben Kernes ungleich. Im vorderen Theile des Anilocrakopfes sind die Zellen und ihre Kerne meist am größten, während die Sterne oft recht winzig und überaus zahlreich sind (Fig. 6—8). Diese letzteren Zellen verrathen durchgängig mehr oder weniger deutliche Spuren von Degenerationserscheinungen, und es erscheint dann oft das gesammte Chromatin in Form von unregelmäßigen verklumpten Brocken, zwischen denen aber meist einige kleine Sternfiguren gesehen werden. Es findet übrigens zwischen den verklumpten und verkommenden Kernen und solchen mit schönen großen Sternfiguren des Chromatins ein allmählicher Übergang statt, den man auf guten Serien mit großer Deutlichkeit verfolgen kann (Fig. 6). Es giebt nun sowohl in Kernen, die nur einen Stern, als solchen, die deren mehrere enthalten, Chromatinfiguren, die von der typischen radiären Anordnung der Stäbchen Abweichungen zeigen, die auf Theilungen der Sterne hinweisen. In Fig. 2 habe ich solche Theilungsphasen der chromatischen Sterne schematisch dargestellt. Vielfach fand ich Figuren, bei welchen an Stelle des Sterncentrums ein biskuit- oder hantelförmiger chromatischer Strang gelagert war, welchen die Stäbchen allerorts umstanden, sowohl an den Polen als am Verbindungsstück. Manchmal waren die Stäbchen fast genau radiär um die Knöpfe der Hantel gruppirt, während das Verbindungsstück nicht von Stäbchen umstellt war. Ich fand auch Figuren, in welchen zwei Sterne nur durch einen blassen chromatischen Faden verbunden waren. Es dürfte dies die letzte Phase in der Sterntheilung darstellen, denn mit dem allmählichen Verschwinden des die beiden Sterne verbindenden Fadens werden die Sterne von einander isolirt. Bei einer neuen Durchsicht meiner alten und neuen Präparate fand ich aber auch gar nicht so selten Sterne mit zwei Centren, die bald ganz dicht neben einander lagen, bald etwas weiter von einander entfernt waren. Diese Bilder werden wohl mit Recht als die Anfangsphasen der Sterntheilungen zu deuten sein. Man könnte, wenn man die Figuren (Fig. 1, 2, 4) betrachtet, geneigt sein, von einer direkten Theilung der chromatischen Sterne innerhalb der Kerne zu sprechen. Ich habe mich nun mit Sicherheit davon überzeugen können, dass diese Theilungen der Sterne von der Theilung der Kerne völlig unabhängig erfolgt. Die durch Amitose verlaufende Kerntheilung will ich nachher besonders besprechen und auch auf das Verhalten der Centrosomen und Attraktionssphären dieser Zellen eingehen. Beiläufig möchte ich noch erwähnen, dass ich eine polycentrische Anordnung des Chromatins in den übrigen secernirenden oder assimilirenden Zellen (Darm und Leberzellen) bei Anilocra und ihren

nächsten Verwandten Cymothoa, Cirolana etc. niemals gefunden habe. Bis jetzt ist mir überhaupt kein anderes Beispiel dieser eigenartigen Anordnung des Chromatins zu Augen gekommen, ich war daher um so mehr überrascht, als ich in der Arbeit von M. Ide (1) die oben erwähnte Abbildung auf Tafel II, Fig. 26 zu Gesicht bekam, die eine Drüsenrosette von Jone thoracica ♀ im Schnitt darstellt und deren Kerne eine ganz unverkennbare polycentrische Anordnung des Chromatins verrathen, obschon die chromatischen Sterne nicht so gleichmäßig zu sehen sind wie bei Anilocra. Es schien mir von Interesse zu sein diese Abbildung zu kopiren (Fig. 2).

Über die Deutung der polycentrischen Anordnung des Chromatins.

In meinem früheren Aufsatze habe ich für die polycentrische Anordnung des Chromatins in den in Rede stehenden Drüsenzellen von Anilocra zwei Deutungen als möglich bezeichnet, von denen aber, wie ich ausdrücklich hervorhob, weder die eine noch die andere wirklich befriedige. Bevor ich jetzt eine andere Erklärung zu geben versuche, will ich meine früheren Hypothesen wiederholen, um zu zeigen, dass dieselben damals sehr wohl berechtigt waren. »Was die chromatischen Centren der Sternfiguren angeht, so könnte man geneigt sein, dieselben als Kernkörperchen aufzufassen, um welche auf irgend welchen Reiz hin sich das Chromatin radiär angeordnet hat. Die große Zahl von Kernkörperchen innerhalb eines Kernes ist nichts Außergewöhnliches und bei Drüsenzellen längst bekannt; eben so findet man in den Kernen (Keimbläschen) von Ovarialeiern nicht selten mehrere Nucleoli.

Zu einer anderen Auffassung könnte man gelangen, wenn man auf die intensive Färbbarkeit der Centren kein großes Gewicht legt; dann wäre es denkbar, die Erscheinungen mit der multipolaren indirekten Kerntheilung in Beziehung zu bringen. Bei dieser Auffassung wäre jedes Centrum als ein Polkörperchen (Centrosoma) zu deuten und die Theilung der Centren als eine Theilung der Polkörperchen aufzufassen, wie sie von E. van Beneden und Boveri bei Ascaris gesehen und auch von Rabl angenommen wurde. Da die Kerne in Folge der Anpassung an die Drüsenfunktion der Zelle schon beträchtlich von normalen Kernen abweichen, so würde die Theilung der Polkörperchen nicht mehr die Theilung des Kernes nach sich ziehen und könnten daher zahlreiche Centren in einem Kerne erscheinen. Wichtige Einwände gegen diese Auffassung liegen aber darin, dass von den Chromatinelementen niemals die typische Form zu sehen ist, dass niemals achromatische Spindeln

deutlich werden und keine der charakteristischen Phasen der Mitose sich konstatiren lassen.«

Die erste Hypothese, dass die chromatischen Centren der Sterne Nucleolen sein könnten, möchte ich keineswegs weiter vertheidigen, obschon ich recht häufig und zumal bei Drüsenzellen eine mehr oder weniger auffallende strahlige Anordnung sowohl des Chromatins als auch der achromatischen Kernsubstanz um unzweideutige Nucleolen habe bemerken können. Man könnte immerhin daran denken, dass die Centren der Sterne Hauptnucleolen seien und die vorhin erwähnten blassen Nucleolen als Nebennucleolen zu bezeichnen wären.

Die zweite Hypothese muss schon desshalb fallen gelassen werden, da es mir bei meinen neuen Präparaten gelang, die als Centrosomen und Sphären zu deutenden Gebilde stets außerhalb der Kerne im Zellplasma nachzuweisen (vgl. Fig. 1, 4, 8). Zur Zeit scheint mir die einfachste Deutung der chromatischen Sternfiguren die zu sein, dass die Centren der Sterne nichts Anderes als die Knotenpunkte des chromatischen Netzwerkes an den Kreuzungsstellen sind, um welche das übrige Chromatin eine radiäre Anordnung angenommen hat.

Beiläufig möchte ich hier noch bemerken, dass die Zahl der Zellen mit polycentrischer Anordnung des Chromatins je nach den Individuen außerordentlich schwankt; eine große Zahl von Drüsenzellen, die auch in Rosettenform angeordnet sind und neben den in Rede stehenden charakteristischen Zellen gesehen werden, lassen sehr häufig nichts von einer polycentrischen Anordnung des Chromatins erkennen; diese Zellen sind dann auch regelmäßig in auffälliger Weise anders gefärbt wie ihre Nachbarzellen, welche diese chromatischen Sternfiguren erkennen lassen.

Über die Innervirung der Drüsenzellen des Kopfes von Anilocra.

Über die Innervirung der Drüsenzellen des Kopfes von Anilocra habe ich bereits früher die Angabe gemacht, dass zwischen den einzelnen Drüsenzellen unverkennbare Nervenfasern verlaufen, die vom oberen Schlundganglion und wohl auch vom ersten Bauchganglion ihren Ursprung nehmen. Von einem unteren Schlundganglion kann bei Anilocra nicht die Rede sein. In welcher Weise aber die einzelnen Nervenfasern mit den Drüsenzellen in Verbindung stehen, konnte ich auch auf meinen neuen Präparaten nicht mit Sicherheit nachweisen, doch scheint es mir nach Befunden bei anderen Drüsenzellen wahrscheinlich zu sein, dass die Fasern mit frei endigenden Verästelungen die Drüsenzellen korbförmig umspinnen und dass keine Kontinuität der Drüsenzellen mit den Nervenfasern stattfindet, sondern eine Kontiguität (Kontaktwirkung). Mit der Golgi'schen Methode und der Methylenblau-

färbung Ehrlich's habe ich bei diesen Zellen keine Erfolge gehabt. Eine Innervirung von Drüsenzellen bei Arthropoden ist bekanntlich nichts Auffallendes, so hat beispielsweise schon vor Jahren Knüppel (4) auf Nervenendigungen an den Speicheldrüsen von Periplaneta aufmerksam gemacht. Letzterer Autor hatte die damals bekannt gewordene Litteratur in seiner Arbeit eingehend berücksichtigt.

Es liegen nun auch den in Rede stehenden Drüsenzellen Bindegewebszellen dicht an, doch können dieselben mit den Zellen des Neurilemms nicht leicht verwechselt werden. Die Kerne des letzteren haben ein sehr feines Chromatingerüst, während bei den Kernen der gewöhnlichen Bindegewebszellen das Chromatin in groben Strängen angeordnet ist.

Zur Amitosenfrage. Über Amitosen der Kopfdrüsenzellen von Anilocra mediterranea.

Bereits in meiner ersten Mittheilung über die Zellen der Kopfdrüsen von Anilocra (2a) habe ich auf das Vorkommen von Amitosen in diesen Drüsenzellen aufmerksam gemacht und hervorgehoben, dass mich dieser Befund keineswegs überrasche, da Amitosen häufig bei Zellen gefunden werden, welchen eine intensive sekretorische oder assimilatorische Funktion zufällt und welche für diese specielle Funktion eine tiefgehende Anpassung erfahren haben. Ich verwies ferner auf die schon früher von H. E. Ziegler (5a) betonte biologische Beziehung der Amitose zur Sekretion und Assimilation. Diese Angaben, die für die damalige Zeit (1890) gewiss von Wichtigkeit waren, sind von den meisten der späteren Autoren, welche sich mit Studien über die Amitose beschäftigt haben, völlig ingnorirt worden; auch Flemming erwähnt dieselben nicht in seinem 1893 erschienenen zusammenfassenden Referat (9e).

Betrachten wir jetzt einmal den Verlauf der Amitosen in den in Rede stehenden Drüsenzellen des Kopfes von Anilocra med. etwas näher, so finden wir einen Kerntheilungsmodus, der von dem gewöhnlichen Vorgang der Amitose wesentlich verschieden ist. Hier erfolgen keine Einbuchtungen und nachher Durchschnürungen der Kerne, so dass die Tochterkerne zum Schluss nur noch durch einen feinen Faden, der schließlich auch durchreißt, verbunden wären, vielmehr haben wir eine Amitose mit typischer Kernplattenbildung vor uns. Von einer Zellplattenbildung ist mir bei diesen Amitosen nie eine Andeutung zur Anschauung gekommen, obschon ich eifrig danach gesucht habe, eben so wenig ein Bild, welches auf eine nachfolgende Zelltheilung hinweisen konnte. Derartige Kerntheilungen mit Kernplattenbildung sind mir recht häufig

begegnet und zumal bei secernirenden und assimilirenden Zellen, aber auch bei Follikelzellen des Hodens. Schon in früheren Arbeiten (2b, d) habe ich auf diesen eigenthümlichen Kerntheilungsmodus hingewiesen und hier habe ich des besseren Verständnisses halber einige Abbildungen solcher Theilungsvorgänge gegeben, die besonders typisch in den Zellen der Leber (Hepatopankreas) von Porcellio scaber und anderen Isopoden zur Anschauung kommen (Fig. 10). Auch in der Zwitterdrüse von Helix pomatia sieht man recht deutlich bei den Follikelzellen Amitosen mit Kernplattenbildung. Der Vorgang dieser Amitose ist besonders deutlich in Fig. 10 zu erkennen. Der runde, ovale oder auch eingebuchtete Kern lässt plötzlich einen von der Kernperipherie beginnenden und nach der anderen Kernseite hinziehenden blassen Streifen erkennen (Fig. 10*b*), an dessen Stelle bald zwei gekörnelte einander genau parallele Membranen gesehen werden, die mehr und mehr an Deutlichkeit gewinnen (Fig. 10*c* und 10*f*). Es entstehen so aus einem Mutterkerne zwei Tochterkerne die einander dicht anliegen und in einigen Fällen ziemlich symmetrisch ausfallen können. Besondere Umlagerungen des Chromatins kommen bei dieser Kerntheilung nicht zur Anschauung. Es kann nun aber auch die Kernplattenbildung von verschiedenen Stellen der Peripherie des Mutterkerns gleichzeitig erfolgen, so dass der eine Kern in eine größere Zahl von Tochterkernen von oft sehr verschiedener Größe zerlegt wird. In manchen Fällen kommt es aber gar nicht zu einer völligen Trennung der Tochterkerne, vielmehr ist aus dem runden Mutterkerne durch die verschiedenen von der Peripherie ausgehenden Kernplattenbildungen ein polymorpher Kern entstanden. Es kommen bei derartigen Kernplattenbildungen obendrein die allerverschiedensten Modifikationen vor, wie ein Blick auf die Abbildungen lehrt. Ich habe die Amitose mit Kernplattenbildung zuerst bei den Follikelzellen des Astacus-Hodens gesehen und in 2b beschrieben, doch ist auf diesen eigenartigen Theilungsmodus, wie ich später ersah, schon früher von Sabatier in einer kurzen Angabe ohne Abbildungen aufmerksam gemacht worden (A. Sabatier, D'un mode particulier de la division du noyau chez les Crustacés. Communication à la section de Zoologie du Congrès tenu à Paris par l'Association française en 1889; vgl. ferner »De la spermatogenèse chez les Crustacés Décapodes« par A. Sabatier 1893). Dieser Kerntheilungsvorgang, bei welchem der Mutterkern wie mit einem scharfen Messer in zwei oder mehr völlig getrennte Stücke durchgeschnitten zu sein scheint, hat nach meinen Beobachtungen eine große Verbreitung. Ähnliche Angaben sind auch von anderen Autoren gemacht worden.

Nach Loewit erfolgen die Amitosen der Blutzellen des Krebses mit

einer bloßen Einschnürung des Kernes ohne lang ausgezogene Abschnürungsbrücken, bald mit einer Art von Scheidewand- oder Plattenbildung im Kern ohne Einschnürung; es kann aber auch diese mit einer Plattenbildung zugleich vorkommen.

Nach Carnoy giebt es Amitosen, bei welchen sich der Zellleib nach Zerlegung des Kernes mit Bildung einer Zellplatte theilt (La Cytodiérèse chez les Arthropodes p. 225, 227 u. ff.).

In ähnlicher Weise hat van der Stricht (Le développement du sang dans le foie embryonnaire. Archives de Biologie Bd. XI, 1891) eine Form der Amitose bei Riesenzellen beschrieben »par formation d'une plaque cellulaire«, eine andere Amitose »par simple étranglement«. Die erste Form führe zur Bildung von Zellenpaaren, welche einander mit breiten Flächen berühren und sich spiegelbildlich verhalten. Heidenhain's Befunde an den Riesenzellen des Knochenmarkes von Kaninchen stimmen mit denen von van der Stricht gut überein. Aus den Angaben von v. Kostanecki (Riesenzellen der embryonalen Leber) glaubt Heidenhain annehmen zu müssen, dass nach der Auffassung dieses Autors sich zuerst der Kern in zwei oder mehrere gleiche oder aber verschieden große Kerngruppen zerlegt, auf welche die Einschnürung des Zellleibes nachfolgt; nach Heidenhain's Präparaten beginnt aber die direkte Zerlegung der Zelle stets am Protoplasma. Heidenhain theilt seine Bilder der direkten Zellentheilung in zwei typische Klassen ein. »Einmal findet man Riesenzellen, welche sammt ihrem Kern stark in die Länge gezogen sind und mehr oder weniger hochgradige Einschnürungen des Zellleibes zeigen. Sind die Einbuchtungen von bedeutenderer Tiefe, so haben die Zellen eine veritable Biskuit- oder Semmelform. In diesen nach einer Richtung hin stark verlängerten Zellen zeigt sich, was als ein wesentlich neuer Befund anzumerken wäre, die Centralkörper-Hauptgruppe zu einer bandartigen Form ausgezogen. Bei einer zweiten Klasse von Bildern der Amitose ist die Verlängerung des Zellkörpers nicht so erheblich und die Einfurchung, welche zur Zweitheilung führt, erinnert ihren rein äußerlichen Verhältnissen nach etwa an die erste Furchung eines Amphibieneies: Die Gesammtform der Mutterzelle wird ungefähr gewahrt und die Zweitheilung beginnt mit einer mehr spaltartigen Einsenkung, welche wohl immer einerseits an der Zelle beginnt und erst späterhin um den ganzen Umfang derselben fortschreitet. Man findet häufig Zellen, bei denen einerseits ein scharfer Einschnitt durch das Zellenprotoplasma hindurch bis auf die Oberfläche des Kernes hinabreicht. Diesen Einsenkungen folgt die Zellenmembran, so dass in den letztgedachten Fällen Kernmembran und Zellmembran einander zu berühren scheinen. »Ferner betont Heidenhain, dass diese verschiedenartigen Bilder der

Amitose genau den von van der Stricht neben die direkten Theilungen der Riesenzellen der embryonalen Leber beigebrachten Unterscheidungen entsprechen. Ich muss hier hinzufügen, dass ich bis jetzt niemals Amitosen mit Zellplattenbildung sondern nur mit Kernplattenbildung vor Augen gehabt habe, damit will ich gewiss nicht solche Amitosen mit Zellplattenbildung in Abrede stellen, zumal dieselben bereits von verschiedenen glaubwürdigen Autoren beschrieben wurden. Auf jeden Fall ist es nach der Darstellung von van der Stricht und der von Heidenhain recht wahrscheinlich, dass bei diesen Amitosen der Riesenzellen ähnliche Vorkommnisse statthaben, wie ich es für die Amitosen mit Kernplattenbildung beschrieben habe. In letzter Zeit habe ich auch Amitosen mit Kernplattenbildung im Hoden von Salamandra aufgefunden (vgl. Fig. 37).

Ich möchte hier noch die Gelegenheit wahrnehmen, auf einige Beispiele einer anderen typischen Form der Amitose hinzuweisen, die durch eine einseitige Einbuchtung der Kerne charakteristisch ist, sonst aber wie die bekannte hantelförmige Amitose verläuft, so dass die beiden Tochterkerne, die wohl immer asymmetrisch ausfallen, schließlich nur noch durch einen ganz feinen Plasmafaden verbunden sind, der dann auch durchreißt (Fig. 13, 17, 18). Eine Zelltheilung konnte ich auf meinen Präparaten nicht wahrnehmen, nur in einem Falle war eine Andeutung einer solchen vorhanden (Fig. 18), doch ist das Bild absolut nicht beweisend und kann auch anders gedeutet werden. Meine für Abbildungen ausgewählten Präparate zeichnen sich ferner dadurch aus, dass Centrosomen und Sphären sowohl bei völlig ruhenden als bei eingebuchteten Kernen mit großer Schärfe zur Anschauung kamen. Die Zellen gehören dem Bauchfell der Salamander- und Tritonlarve an und sind vermuthlich sämmtlich Leukocyten. Die in toto in die Konservirungsflüssigkeit (Pikrinessig-Platinchlorid-Osmiumsäure) eingelegten Larven wurden nach ihrer Härtung und Nachbehandlung in rohem Holzessig zerzupft und die feineren Gewebe zur Untersuchung in toto verwendet. Die Einbuchtung dieser Kerne, die stets nur von einer Seite her beginnt (Fig. 22), giebt dem Kern zunächst eine wurstähnliche Form, die Durchschnürung mit lang ausgezogenen Verbindungsbrücken erfolgt recht häufig gar nicht in der Mitte der Kerne (Fig. 14), wodurch die Tochterkerne nicht nur in der Größe, sondern auch in ihrer äußeren Gestalt recht unähnlich ausfallen. Auch bei den Amitosen mit Kernplattenbildung sind die Kerne hin und wieder einseitig oder von mehreren Seiten her eingebuchtet, bei diesen haben aber die Einbuchtungen mit den Durchschnürungen meist nichts zu schaffen. Wir haben somit hier zwei wesentlich von einander verschiedene Formen der



Amitose vor uns. Bei der typischen Hantelform der Amitose können wir andererseits auch zwei Unterabtheilungen machen und unterscheiden zwischen hantelförmigen Kerndurchschnürungen mit vorhergehender Chromatinumlagerung, wie wir es von den Makronuclei der Infusorien kennen und ohne nachweisbare Chromatinumlagerungen, wie man es bei den Metazoen gewöhnlich findet. Schon in einer früheren Arbeit (2 d) habe ich dazu aufgefordert, die bis jetzt bekannten Formen der Amitose scharf von einander zu trennen und hierbei auf das Verhalten der Centrosomen und Attraktionssphären besonders zu achten. Ich gedenke demnächst eine derartige Eintheilung näher auszuarbeiten.

Dass auch das Verhalten der Nucleolen für eine Eintheilung der Amitosen von Wichtigkeit sein kann, braucht kaum betont zu werden. Ich erinnere hier daran, dass von PLATNER (38) Amitosen in den MALPIGHI'schen Gefäßen von Wasserkäfern gefunden wurden, auf welche Zelltheilungen gefolgt wären. Der Nucleolus soll nach diesem Autor bei der Kerntheilung eine streifige Umwandlung erfahren und sich in zwei senkrecht gegen die Theilungsebenen gelegene gestreifte Platten zerlegen, die sich späterhin wieder abrunden. Ich habe selbst eine große Zahl MALPIGHI'scher Gefäße bei Insekten (Hydrophilus, Dytiscus, Periplaneta, Blatta, Apis, Gryllotalpa) und Myriapoden (Julus, Polydesmus, Glomeris u. A.) auf diesen Punkt hin untersucht, doch habe ich niemals eine derartige streifenförmige Struktur des Nucleolus finden können, obschon ich Amitosen in diesen Zellen recht häufig gesehen habe. Hantelförmige Figuren der Nucleolen bemerkt man übrigens nicht selten bei Amitosen, aber auch bei völlig ruhenden Kernen und hierbei muss stets im Auge behalten werden, dass derartige Bilder keineswegs unbedingt als Theilungen des Nucleolus aufgefasst werden müssen, indem solche Figuren gerade so gut durch Zusammenfließen mehrerer Nucleolen entstehen können. Auf eine von FRENZEL (7b) beschriebene sogenannte nucleoläre Kernhalbirung werden wir weiter unten bei der Besprechung der Untersuchungen dieses Autors über die Mitteldarmdrüse von Astacus noch einmal zurückkommen.

In dem folgenden Theile meiner Arbeit werde ich einige der neuesten für die Entscheidung der Amitosenfrage besonders wichtigen Arbeiten kritisch besprechen.

II. Theil. Über die Amitosenfrage im Allgemeinen.

Das Studium der Amitosen in den Drüsenzellen des Kopfes von Anilocra mediterranea war für mich der Ausgangspunkt für umfassende vergleichende Untersuchungen über die biologische Bedeu-

tung der Amitose. Zuerst studirte ich hauptsächlich secernirende und assimilirende Zellen vieler Vertebraten und Evertebraten, dann auch die übrigen Somazellen und zum Schluss die Sexualzellen. Meine Resultate habe ich in verschiedenen Schriften bekannt gegeben und in meiner letzten diesbezüglichen Arbeit (2d) in folgender Weise zusammengefasst:

»Alle Zellen, welche einmal amitotische Kerntheilung erfahren haben, können sich unter keiner Bedingung mehr mitotisch theilen, sie gehen vielmehr einem sicheren Untergang entgegen, doch können die Kerne sich vielleicht vorher noch einmal oder einige Male amitotisch theilen.

Bereits in einem früheren Aufsatze haben H. E. Ziegler und ich (6) betont, dass die amitotische Kerntheilung sich keineswegs beliebig oft wiederholen kann, dass vielmehr die Zahl der successive sich folgenden amitotischen Kerntheilungen und noch mehr die Zahl der dabei stattfindenden etwaigen Zelltheilungen eine beschränkte ist.

In allen Geweben und Organen, in welchen ein kontinuirlicher oder periodischer Zellverbrauch stattfindet, erfolgt die Regeneration, das heißt der Ersatz der abgenutzten und zu Grunde gehenden Zellen durch mitotische Theilungen von wenig differenzirten jugendkräftigen Regenerationszellen her, die öfters in größerer Zahl in Regenerationsherden beisammen liegen. Ein regenerativer Charakter der Amitose ist weder bei Metazoen noch bei Protozoen wirklich nachgewiesen. Wenn nun auch in manchen Geweben oder Organen Mitosen und Amitosen neben einander vorkommen, so darf man daraus keineswegs schließen, dass Mitose und Amitose als gleichwerthige Theilungsmodi zu betrachten sind, die entweder neben einander auftreten oder mit einander abwechseln, es sind vielmehr in diesen Fällen die mitotisch sich theilenden Zellen die Ersatzzellen für die in Folge von Amitose zu Grunde gehenden Nachbarzellen. Wir können in allen Fällen, wo Amitose auftritt, auch solche Regenerationszellen auffinden, doch gelingt es bekanntlich nicht immer mit Leichtigkeit, diese Mitosen der Ersatzzellen zur Ansicht zu bekommen, da solche Mitosen oft nur zu bestimmten Jahreszeiten, also periodisch auftreten, wie bei den Arthropoden. Vielfach steht das Auftreten von Mitosen in den Regenerationszellen mit wichtigeren biologischen Momenten, z. B. mit Häutungen, in Beziehung.

Amitose tritt hauptsächlich in Zellen auf, die in Folge besonderer Specialisirung einer intensiveren Assimilation,

Sekretion oder Exkretion vorstehen; ferner im alternden abgenutzten Gewebe und folglich da, wo die Zellen nur eine vorübergehende Bedeutung haben (z. B. bei Zellen der Eihüllen). Dass Amitose auch im relativ jungen Gewebe vorkommen kann, braucht kaum betont zu werden, da auch in Furchungs- oder Blastodermzellen sowie bei Embryonen und Larven an einzelnen Stellen Zellen zu Grunde gehen. In den meisten Fällen der Amitose fallen die Zellkerne durch besondere Größe auf (Meganucleus ZIEGLER's), und lassen sich hierdurch von den Kernen der Regenerationszellen, die ihren normalen Habitus bewahrt haben, leicht unterscheiden, auch wenn letztere in keiner Phase der Mitose stehen.

Den Mitosen gegenüber haben die Amitosen durchweg einen mehr oder weniger deutlich erkennbaren degenerativen Charakter.

Die Mitose hat sich keineswegs aus der Amitose entwickelt, so dass die letztere den ursprünglicheren Theilungsmodus darstellte; die Amitose ist allerdings ein unzweifelhaft einfacherer Vorgang als die Mitose, sie führt aber auch nicht zu dem gleichen Resultate wie diese, indem eine gleichmäßige Vertheilung von Kernsubstanz und Chromatin auf die Tochterkerne nicht stattfindet. Es ist sehr wohl möglich, dass die Amitose zur Mitose gar keine Beziehungen hat und einen völlig unabhängigen Vorgang repräsentirt.

Auf Grund meiner Studien über die Amitosen in Sexualzellen glaubte ich zu folgenden Schlussfolgerungen berechtigt zu sein: Die bei Sexualzellen beobachteten Amitosen stehen mit meinen über Amitose bei Somazellen festgestellten empirischen und theoretischen Resultaten in keinem Widerspruch, vielmehr im besten Einklang.

Wenn im Hoden, dem Ovarium, oder der geschlechtlich noch nicht differenzirten Genitalanlage Amitose gesehen wird, so findet dieselbe entweder an den vergänglichen Umhüllungszellen (Follikelzellen, Cystenzellen, Follikelepithel) statt, oder an Sexualzellen, die sich nicht weiter entwickeln und degeneriren.

Die Angaben der Autoren, welche behaupten, dass sich in den Theilungscyklus der Ei- oder Samenzellen Amitosen einschieben, müssen mit der größten Vorsicht aufgenommen werden, da sie einer großen Zahl empirischer Befunde und eben so theoretischen Erwägungen direkt widersprechen. Solche Angaben bedürfen dringend einer Nachuntersuchung und ich zweifle nicht daran, dass sich in allen Fällen die Grundlosigkeit dieser Behauptungen wird klar stellen lassen.

Die Anschauungsweise der Autoren, welche zwischen Amitosen und Mitosen keinen principiellen Unterschied anerkennen wollen, hat

nach dem gegenwärtigen Standpunkte unserer Kenntnisse über Kerntheilungsvorgänge keine Berechtigung mehr und muss als irrig fallen gelassen werden.«

Beinahe gleichzeitig mit meiner letzten Schrift erschien dann FLEMMING's vergleichendes Referat über Amitose und ich möchte wenigstens in Kürze auf einige Punkte dieser Darstellung eingehen, da in Bezug auf die Auffassung der Amitose zwischen FLEMMING einerseits, und H. E. ZIEGLER und mir andererseits, außer erfreulichen Übereinstimmungen doch auch wichtige Differenzen vorhanden sind. Während nämlich H. E. ZIEGLER und ich eine generative Wirksamkeit der Amitose für Protozoen und Metazoen unbedingt in Abrede stellen, verharrt FLEMMING bei seiner früher mit aller Reserve nur als Hypothese aufgestellten Ansicht, »dass die amitotische Theilung bei Protozoen und einigen Metazoenformen noch vielfach in generativer Wirksamkeit, diese bei den übrigen, und besonders bei Wirbelthieren und höheren Pflanzen verloren hat; dass sie sich hier in der Norm nur noch in der von CHUN (39) vertretenen Bedeutung (Erzeugung vielkerniger Zellen) geltend macht, sonst aber nur entweder unter pathologischen Bedingungen, oder doch als ein Vorgang auftritt, der kein keimfähiges Zellenmaterial mehr liefert. Die Amitose wäre danach in den Geweben der Wirbelthiere — sowie der höheren Pflanzen und vielleicht auch bei recht vielen Wirbellosen — ein Vorgang, der nicht mehr zur physiologischen Neulieferung und Vermehrung von Zellen führt, sondern wo er vorkommt, entweder eine Entartung oder Aberration darstellt oder vielleicht in manchen Fällen (Bildung mehrkerniger Zellen durch Fragmentirung) durch Vergrößerung der Kernperipherie dem cellulären Stoffwechsel zu dienen hat.« Den von H. E. ZIEGLER und mir vertretenen Ansichten möchte FLEMMING nicht unbedingt folgen, da dieselben weiter gehen, als seine eigenen. Gegen meine in einer früheren Arbeit (2b) über die Amitose im Hoden ausgesprochenen Resultate erhebt FLEMMING Bedenken, die ich zur Vermeidung von Missverständnissen kurz besprechen muss. Ich sagte damals, dass in allen Fällen, in welchen eine amitotische Kerntheilung im Hoden beobachtet wird, sich diese Kerntheilung nur an den vergänglichen Stützzellen also den Follikelzellen (meinen Randzellen) vollziehe etc. Da nun dem Wortlaute allein nach dieser Passus falsch verstanden werden konnte, habe ich in einer anderen Arbeit (2c) über die Spermatogenese von Gryllotalpa des Näheren ausgeführt, dass zwar auch Amitosen bei Sexualzellen vorkommen, dass aber solche Zellen sich fernerhin nicht mehr mitotisch theilen und überhaupt nicht in den Entwicklungscyklus der Samenzellen hineingehören, vielmehr degeneriren. Ich wies speciell auf die Amitosen in Sexual-

zellen von Amphibien hin (2c, p. 152). Zu meinem Bedauern ist FLEMMING der diesbezügliche Passus meiner Gryllotalpa-Arbeit, die auch im Litteraturverzeichnis des Referates nicht aufgeführt wird, völlig entgangen. Die von FLEMMING vorgeschlagene Milderung meines Satzes der Astacus-Arbeit (2b) ist somit bereits ein Jahr früher von mir selbst durch eine präcisere Ausdrucksweise zur Ausführung gekommen.

An einer anderen Stelle des Referates p. 79 erklärt FLEMMING, dass mein Urtheil, wonach Zellen, die sich einmal amitotisch getheilt haben, sich nie wieder mitotisch theilen können, doch zu hart sei, indem man beispielsweise nicht beweisen könne, dass die Töchter einer der Spermatogonienzellen im Salamanderhoden, welche durch die MEVES-sche Form der Amitose (hantelförmige Amitose mit ringförmiger Sphäre) entstanden sind, nicht wiederum sich mit Mitose theilen können. Mir scheint es nun, dass mit derartigen negativen Beweisen oder Beweisversuchen nicht viel gewonnen wird, dass vielmehr, wie FLEMMING an einer anderen Stelle desselben Referates (l. c. p. 73) sagt, zwei positive Befunde mehr werth sind, als tausend negative, und so möchte ich diejenigen Autoren auffordern, welche an die Möglichkeit einer normalen mitotischen Theilung nach einer Amitose glauben, hierfür einen positiven Beweis beizubringen. Die bis jetzt zu Gunsten dieser Ansicht angeführten Beispiele sind aber weit davon entfernt, irgend welche Beweiskraft beanspruchen zu dürfen, vielmehr lassen dieselben sämmtlich eine andere und wie mir scheint, viel plausiblere Deutung zu. Auf den eben erwähnten Fall der MEVES'schen Amitose werde ich weiter unten noch eingehender zu sprechen kommen.

Die Bedenken, die FLEMMING in Betreff der Protozoen gegen die Auffassung der Amitose von H. E. ZIEGLER und mir geltend macht, kann ich nicht theilen. Wenn auch bei manchen Einzelligen bis jetzt mit Sicherheit noch keine Mitosen nachgewiesen werden konnten, so ist damit nicht bewiesen, dass dieselben doch noch gefunden werden können, wenn erst genauer die Biologie der betreffenden Lebewesen erkannt sein wird. In letzter Zeit haben sich übrigens in erfreulicher Weise die Angaben gemehrt, nach welchen Mitosen auch bei solchen Protozoen gesehen wurden, bei welchen bisher vergeblich nach denselben gesucht wurde.

Aus der FLEMMING'schen Darstellung möchte ich hier nur noch folgenden auf die Amitose der Infusorien bezüglichen Satz hervorheben. »Wenn aber auch anzunehmen wäre, dass bei Infusorien lediglich Makronuclei zur amitotischen Theilung kommen, so würde man diesen Vorgang doch nicht gerade als degenerativ bezeichnen können, da die so getrennten Kernportionen in den normal weiterlebenden Tochter-

organismen ja zu fungiren fortfahren.« Diesem Satze muss entgegengehalten werden, dass bei der Konjugation der ciliaten Infusorien aber thatsächlich der Makronucleus, der sich amitotisch theilt, zu Grunde geht, während der sich mitotisch theilende Mikronucleus jeweils einen neuen Mikronucleus und einen neuen Makronucleus liefert. Diese Verhältnisse stehen mit der von H. E. Ziegler und mir vertretenen Anschauung über die biologische Bedeutung der Amitose im besten Einklang. Was ferner den degenerativen Charakter der Amitose anbetrifft, so haben wenigstens H. E. Ziegler und ich niemals schlechthin von einem degenerativen Charakter der Amitose gesprochen, vielmehr stets ausdrücklich betont, dass die Amitose der Mitose gegenüber einen mehr oder weniger deutlich erkennbaren, degenerativen Charakter verrathe. (Vgl. Ziegler und vom Rath, die amitotische Kerntheilung bei den Athropoden, Biolog. Centralbl. Bd. XI, 1891, p. 757, ferner vom Rath, Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese von Salamandra mac., diese Zeitschr. Bd. 57, Hft. 1, p. 117.) Auch haben wir hervorgehoben, dass auf Amitosen zwar noch eine beschränkte Zahl von Amitosen, niemals aber mehr Mitosen folgen. In neuester Zeit hat sich übrigens einer der besten Kenner der Protozoen A. Gruber (8) auf Grund seiner eigenen Beobachtungen an Einzelligen ausdrücklich zu der von H. E. Ziegler und mir vertretenen Auffassung der biologischen Bedeutung der Amitose bekannt. Ich bin ein entschiedener Anhänger jener Forscher, sagt A. Gruber l. c. p. 27, welche der Ansicht sind, dass alle diejenigen Kerne, die noch zur weiteren Fortpflanzung bestimmt sind, sich mitotisch theilen, während die Amitose nur bei solchen Kernen sich findet, welche, sei es durch pathologische, sei es durch normale Vorgänge, dem früheren oder späteren Untergang geweiht sind. In derselben Schrift bespricht A. Gruber auch unter Anderem die Kerntheilungsvorgänge bei Sporozoen und Radiolarien und möchte die Möglichkeit nicht abweisen, dass die von Brandt beschriebenen Vorgänge der Sporulation der Radiolarien später einmal eine andere Deutung erfahren können.

In Betreff näherer Einzelheiten verweise ich auf die eben citirte Arbeit Gruber's. Beiläufig möchte ich hier noch einmal daran erinnern, dass die Amitosen der Makronuclei der Infusorien zur Mitose eine viel engere Beziehung haben als alle amitotischen Vorgänge der Metazoen. Auch bei den Makronuclei der Infusorien findet eine Chromatinumlagerung statt, doch ist dieselbe von der für die Mitose charakteristischen schleifenförmigen Anordnung des Chromatins wesentlich verschieden; desshalb darf auch die streifenförmige Anordnung des Chromatins

bei der Theilung der Makronuclei der Infusorien mit der Knäuelform (Spirem) der Mitose nicht homologisirt werden. Man könnte daran denken, dass bei den Protozoen mit Makro- und Mikronuclei die Amitose sich aus der Mitose entwickelt hat, während bei den Metazoen die Amitosen und Mitosen Kerntheilungsvorgänge eigener Art sind, die in keinem genetischen Verhältnisse zu einander zu stehen brauchen, wie ich bereits früher betonte.

Auf eine weitere Besprechung des FLEMMING'schen Referates möchte ich hier nicht eintreten und nur die Schlussworte anführen: »die Ausgleichung der Gegensätze ist von weiterer Arbeit zu erwarten, die sich wohl zunächst besonders auf die Fragen zu richten haben wird, ob irgendwo im Arthropodenkörper bei sicherlich-physiologischer Regeneration von Zellen die Mitose sich ganz ausschließen lässt, und eben so ob dies bei gleichen Regenerationsvorgängen beim Wirbelthier, wie z. B. in Drüsen, der Fall sein kann. Einstweilen glaube ich bei dem Wortlaute meiner oben citirten Hypothese, unter Verweis auf deren Motivirung an den zwei genannten Stellen, stehen bleiben zu können, da sie mit keiner der zuletzt besprochenen Meinungen in absolutem Widerspruch steht; wie früher mit dem Vorbehalt, dass ich selbst mich nicht als Vertreter dieser Hypothese benehme, aber sie für die Beurtheilung von Befunden über Amitose auch ferner zur Erwägung empfehle« (vgl. p. 21 dieser Arbeit).

In dem vor Kurzem erschienenen neuen Referate FLEMMING's »Über die Zelle« (Arbeiten von 1893) ist wieder ein Kapitel der Amitose gewidmet, und soll hier ebenfalls in Kürze besprochen werden. Zuerst hebt FLEMMING noch einmal die Unterschiede in der Auffassung der biologischen Bedeutung der Amitose hervor, die zwischen seiner und H. E. ZIEGLER's Angaben bestehen, da von einigen Autoren diese Unterschiede nicht die entsprechende Beachtung gefunden hätten. Die ZIEGLER'sche Ansicht, dass amitotische Theilung nie eine regeneratorische Bedeutung habe und dass eine Zelle an der oder an deren Kern dieser Vorgang geschehen sei, selbst oder in den dadurch noch etwa entstandenen, nächsten Nachkommen dem Untergang entgegen gehen und also nicht mehr der Regeneration dienen könne, *bliebe noch zu beweisen*. Es werden dann die neuesten Arbeiten besprochen, die gegen die von H. E. ZIEGLER und mir vertretene Auffassung zu sprechen scheinen und dann solche, die zu unseren Gunsten ins Feld geführt werden können. Für unsere Zwecke kommen hier natürlich in erster Linie die Arbeiten der ersten Kategorie, welche für eine regeneratorische Bedeutung der Amitose zu sprechen scheinen, in Betracht. Es sind dies die Schriften von FRENZEL über die Mitteldarm-

drüse des Flusskrebses (7c), von Nicolas über die Epithelialprocesse im Darme der Amphibienlarven (10c), von Knoll über die Blutzellen der Evertebraten (12), von Sabatier über die Spermatogenese der Decapoden, beiläufige Angaben von Claus (32c), sowie eine Mittheilung von Verson über die Puppe von Bombyx mori (13).

Es kann selbstverständlich nicht in meiner Absicht liegen gegen diese Angaben hier sofort den auf empirischen Befunden begründeten direkten Gegenbeweis zu erbringen; da ich aber mit Ausnahme des eben erwähnten Untersuchungsobjektes von Verson und einiger Objekte von Claus, die sämmtlichen übrigen Objekte selbst bearbeitet habe, möchte ich wenigstens die Erklärung abgeben, dass ich mit den Deutungen der oben erwähnten Autoren auf Grund meiner eigenen Beobachtungen absolut nicht einverstanden bin. Beiläufig will ich aber bemerken, dass ich keineswegs geneigt bin, mich der undankbaren Aufgabe zu unterziehen jedes Mal, wenn ein Autor für eine regeneratorische Bedeutung der Amitose einen »scheinbar beweisenden« neuen Fall beibringt, meinerseits durch eine mühsame Nachuntersuchung den Gegenbeweis zu liefern. Es werden ohne Zweifel derartige Fälle noch mehrfach in der Litteratur bekannt werden, doch halte ich es für verfehlt, solchen Fällen bei der Beurtheilung der Amitosenfrage eine besondere Bedeutung beizumessen, so lange dieselben nicht besser begründet sind als die bisher vorgebrachten.

In Betreff der Untersuchungen Frenzel's über die Mitteldarmdrüse von Astacus (7), möchte ich bereits hier einige Bemerkungen machen und dann an anderem Orte eine eingehendere Besprechung mit Abbildungen folgen lassen. Bereits früher (6) habe ich mich in Gemeinschaft mit H. E. Ziegler über die Regeneration der Drüsenzellen der Mitteldarmdrüse von Astacus (6, p. 748) ausgesprochen. Trotzdem Frenzel angab, dass er in diesen Drüsenzellen keine Mitosen gefunden habe und dass wohl wenig Aussicht vorhanden sei, dass sie gefunden werden dürften, wurden sie durch H. E. Ziegler und mich konstatirt. Wir sprachen uns hierüber etwa wie folgt aus: Bekanntlich besteht die Leber (Mitteldarmdrüse) von Astacus aus zahlreichen dünnen Schläuchen, an deren blinden Enden sich die Regenerationsherde vorfinden. In dem Schlauchende besteht das Epithel aus kleinen Zellchen, welche die Eigenschaften jugendlicher Zellen haben. In diesem obersten Theile des Schlauches haben wir bei jungen Exemplaren von 2—5 cm Länge mit Regelmäßigkeit in jedem Falle zahlreiche Mitosen gesehen; es mag dabei bemerkt werden, dass wir die Thiere sofort konservirten, nachdem wir sie ihrem früheren Aufenthaltsorte entnommen hatten. Bei ausgewachsenen Krebsen wurden

bei zwei Exemplaren in den obersten Theilen der Leberschläuche ebenfalls wie bei den jungen Krebsen Mitosen in großer Menge angetroffen. Dagegen wurden die Mitosen bei vielen (bei mindestens 12) Exemplaren vergeblich gesucht. Letztere Exemplare waren mit den beiden anderen gemeinsam in einem von frischem Wasser durchströmten Aquarium gehalten und reichlich mit Regenwürmern gefüttert worden. So wurden wir zu dem Schlusse geführt, dass bei erwachsenen Krebsen das Auftreten der Mitosen in den Leberschläuchen ein periodisches sei. Vielleicht bestehe eine Beziehung zwischen dem periodischen Auftreten der Mitosen und den periodischen Häutungen, doch ließen wir diese Frage einstweilen unentschieden. Frenzel hat nunmehr ebenfalls in den blinden Enden der Leberschläuche von Astacus Mitosen gefunden, die zu einer Erneuerung des Epithels führen, doch möchte er diesen Vorgang als eine Wachsthumserscheinung deuten, die bei jungen und noch nicht völlig ausgewachsenen Thieren vorkäme, womit auch in Einklang stände, dass von Ziegler und mir diese Mitosen reichlich bei jungen, aber nur einzeln und schubweise bei älteren Individuen beobachtet wurden. Es wird dann des Weiteren ausgeführt, dass die Flusskrebse eben so wie die Octopoden sehr langsam und lange wachsen, so dass auch bei Thieren, die als alte und ausgewachsene bezeichnet werden, immer noch ein Wachsthum der Mitteldarmdrüse angenommen werden dürfte. Ferner fand Frenzel auch unter den kleinen Zellen der blinden Enden der Schläuche außer Mitosen zahlreich amitotische Theilungen, die er an dieser Stelle ebenfalls als normale Vorkommnisse ansehen möchte. Bei den Drüsenzellen will Frenzel einen scharfen Unterschied zwischen Ferment und Fettzellen machen. Die amitotischen Theilungen sowohl der Ferment- als der Fettzellen sollen nach dem Schema der nucleolären Kernhalbirung verlaufen. Frenzel versteht hierunter bekanntlich eine bestimmte Form der Amitose, bei welcher im Gegensatz zur Mitose der alte Nucleolus während der Theilung nicht verloren geht, vielmehr ein zweiter im anderen Halbtheile des Kernes auftritt; die Zerschnürung erfolge dann genau in der Mitte des Kernes, so dass zwei genau gleiche Kugeln hervorgehen. Bereits in einer früheren Arbeit hatte Frenzel (*7 b*) eingehend seine nucleoläre Kernhalbirung geschildert und ich möchte wenigstens einen Passus dieser Schrift hervorheben, der sicherlich bei allen Kerntheilungsforschern wenig Beifall finden wird. »Gerade wie bei der mitotischen Kerntheilung sich die chromatische Substanz, zum Theil wohl gerade auf Kosten der Nucleolen vermehrt, so vermehrt sich hier die Substanz des Nucleolus, und gerade wie dort an den chromatischen Schleifen eine genaue Halbirung geschieht, wodurch die größtmögliche Gleichheit der Potenz beider

Tochterkerne erzielt werden soll, so tritt hier eine genaue Gleichstellung der beiden Nucleolen ein. Während sich im Allgemeinen aber bei der Mitose die chromatische Substanz nicht verdoppelt, was jedenfalls wohl sehr schwierig zu erweisen wäre, so können wir noch einen Schritt weiter gehen und aussagen, dass bei uns vor Beginn der Theilung eine genaue Verdoppelung der Nucleolensubstanz bewahrheitet wird. So weit wir uns auf unseren Gesichtssinn verlassen dürfen, können wir behaupten, dass bei der nucleolären Kerntheilung jeder Tochterkern genau dem Mutterkern gleicht, an Gestalt, Volumen, Anordnung des Kerngerüstes und Aussehen des Nucleolus. Bisher war man bekanntlich der Ansicht, dass die Hauptbedeutung der Mitose darin beruhe, dass vor Allem die chromatischen Substanzen möglichst gleichmäßig auf beide Tochterkerne vertheilt werden. Wir haben nunmehr gesehen, dass eine solche Vertheilung auch auf einem anderen, anscheinend doch viel einfacherem Wege vor sich gehen kann, und man wird jetzt mit Recht bezweifeln dürfen, ob darin gerade die Hauptbedeutung der Mitose beruhe. Warum sollte sich denn auch ein so komplicirter Process abspielen, bloß zu dem Zweck, um die Kernpotenz, wenn ich so sagen darf, genau zu halbiren. Diese Halbirung soll nicht geleugnet werden, dahingegen ihre Bedeutung als einziger Endzweck der Mitose, deren Wesen uns vielmehr vor der Hand noch recht unverständlich bleiben muss.«

Da nun in der Mitteldarmdrüse von Astacus Mitosen und Amitosen mit Sicherheit nachgewiesen sind, fragt es sich, wie diese Befunde zu deuten sind. FRENZEL hält dafür, dass die Mitosen nur zur Vergrößerung des Drüsenschlauches zu einem Wachsthum der Schläuche an Dicke und Länge dienen, während die Amitosen zum Zellersatz hinreichten. Allerdings sagt FRENZEL ausdrücklich, können wir auch jetzt nur noch von einer großen Wahrscheinlichkeit sprechen, denn einen strikten Beweis für unsere Ansicht zu geben sind wir zur Zeit wenigstens außer Stande, und es muss immer noch die geringe Möglichkeit zugegeben werden, dass, wenn auch nur bei bestimmter Gelegenheit, ein Nachrücken der Zellen vom Keimlager aus vor sich geht.

Ich möchte hier nur noch kurz auf die Schlussfolgerungen desselben Autors hinweisen. »Es scheint mir, dass die Art und Weise der Zellregeneration, wie sie oben aus einander gesetzt ist, nicht auf die Mitteldarmdrüse des Flusskrebses oder der Decapoden beschränkt sein dürfte. Sie wird zunächst bei den Arthropoden noch weiter verbreitet sein, und, wie ich glaube, auch noch bei anderen Wirbellosen. Ja man wird dann vielleicht, wenn man von Zelltheilung spricht, in weiterer Durchführung von zwei wesentlich verschiedenen Erscheinungen zu sprechen haben, nämlich einerseits von der Zellvermehrung, die sich mitotisch

vollziehend ein Wachsthum des ganzen Organs resp. Organtheiles zur Folge hat, und von dem Zellersatz — was ich auch Regeneration nannte, — der auf amitotischem Wege vor sich geht und nur den Zweck hat, die behufs ihrer Thätigkeit dem Epithel verloren gehenden Zellen zu ersetzen, ohne dass daraus also ein Gesammtwachsthum resultiren würde. Wie sich bei dieser Frage endlich die Wirbelthiere verhalten, bleibt noch gänzlich offen. Es würde indessen einen außerordentlich großen Gegensatz zwischen den beiden Hauptabtheilungen der Metazoen bedeuten, wenn die Verhältnisse hier vollständig anders liegen und eine Abweichung von obiger Regel bedingen würden. Zwar soll diese letztere auch nicht für die Wirbellosen zur alleinigen Regel, zum Dogma erhoben werden, denn es wird auch unter diesen genug Ausnahmen davon geben.«

Wir sehen aus diesen kurzen Auszügen der Frenzel'schen Darstellung, dass wir es lediglich mit Hypothesen zu thun haben, gegen deren Richtigkeit schwerwiegende Bedenken erhoben werden können. Die empirischen Befunde dieses Autors stimmen obendrein mit meinen eigenen sehr wenig überein.

Die Präparate, auf welche sich die Angaben von H. E. Ziegler und mir beziehen, wurden von mir vor Jahren zu Zellstudien angefertigt und waren vorzüglich konservirt; ich erwähne dies nur desshalb, da Frenzel nach der von uns gegebenen Abbildung (Zinkographie), die ich mit dem Oberhäuser'schen Zeichenapparat genau nach einem Schnitt entworfen habe, auf schlechte Konservirung schließt.

Bei meinen seit 1890 fortgesetzten Studien über die Sexualzellen von Astacus, habe ich seit den Frenzel'schen Publikationen stets die Mitteldarmdrüsen der größten Exemplare mit untersucht und ich bin so in der Lage, auf Grund eines ganz außerordentlich reichen Untersuchungsmaterials neue Aufschlüsse zu geben. Besonders wichtig für den vorliegenden Gesichtspunkt ist der Umstand, dass ich recht häufig bei wahren Riesenexemplaren zu allen Jahreszeiten und selbst in den kalten Wintermonaten bei Thieren, die sicherlich mit einer Häutung nichts zu thun hatten, Mitosen auffand. Selbst bei Thieren, die ich vom Händler als auserlesene Prachtexemplare bezog, und die auf einem längeren Transport gehungert hatten, konstatirte ich in den sofort nach der Ankunft konservirten Leberschläuchen Mitosen. Ich muss daher die von Ziegler und mir früher gemachten Angaben dahin ergänzen, dass Mitosen bei den größten Astacus-Individuen zu allen Jahreszeiten, selbst nach Hungerperioden und unabhängig von der Häutung in den Schläuchen der Mitteldarmdrüse gefunden werden, dass aber die Zahl dieser Mitosen in den einzelnen

Schläuchen zu diesen Zeiten eine wesentlich geringere ist, als bei anderen Thieren, die vermuthlich einen Häutungsprocess durchmachen. Während nämlich bei letzteren in jedem Schlauche, auf jedem Längs- wie Querschnitt die Mitosen in großer Zahl auftreten, sind sie bei den übrigen Thieren relativ selten, ich habe in einem Schlauche nie mehr als sieben Mitosen finden können. Bei meinen Zählungen habe ich der Einfachheit halber von der Schnittmethode abgesehen und von der dem lebenden Thiere entnommenen Drüse schnell eine Reihe von Schläuchen isolirt, diese dann konservirt und mit einem gewöhnlichen Kernfärbemittel tingirt (z. B. Alaunkochenille) und in toto untersucht. Wenn überhaupt Mitosen vorkamen, waren dieselben bei den in Cedernholzöl aufgehellten Schläuchen durch die lebhafte Färbung der Chromosomen, die gegen die der nur schwach gefärbten ruhenden Kerne deutlich abstach, sofort kenntlich. Wenn Mitosen in einigen Schläuchen gefunden werden, so kommen sie desshalb aber keineswegs in allen Schläuchen derselben Drüse vor. Um von einer Mitteldarmdrüse eines Exemplares behaupten zu wollen, dass Mitosen überhaupt nicht vorkommen, muss man überaus sorgfältige Untersuchungen anstellen, die natürlich sehr zeitraubend sind. Ich habe einmal auf einer lückenlosen Querschnittserie durch die blinden Enden eines größeren Komplexes solcher Schläuche auf etwa 400 Schnitte eine Mitose im Äquatorialplattenstadium und eine im Spirem feststellen können. Nach den eben gemachten Angaben hat die FRENZEL'sche Hypothese, dass bei Flusskrebsen, die sehr lange und langsam wachsen sollen, auch ein Längen- und Dickenwachsthum der Mitteldarmdrüse angenommen werden muss, für welche die Mitosen dienten, während der eigentliche Zellersatz für die bei der Sekretion zu Grunde gehenden Zellen lediglich durch Amitosen gedeckt würde, nur recht wenig Wahrscheinlichkeit für sich. Eine Annahme, dass die Riesenexemplare, bei denen ich Mitosen gefunden habe, alle noch nicht völlig ausgewachsen gewesen wären, dürfte mindestens als gewagt bezeichnet werden. Dass gewisse Edelkrebse und zumal solche aus Zuchtanstalten eine bedeutende Größe erreichen können, ist eine ausgemachte Thatsache und die Maximalgröße dürfte schwer zu bestimmen sein; ich habe aber trotz eifriger und mühsamer Untersuchungen nie einen besonders großen Steinkrebs erhalten können, die in den Bächen Badens sehr häufig sind, vom Menschen aber nicht verfolgt werden, da ihr Geschmack kein besonders guter sein soll. Diese Thiere wachsen über ein bestimmtes Maß nicht heraus, wie ich mit Sicherheit aus den Größenverhältnissen der von mir gesehenen zahlreichen Exemplare, welche beim Ablassen der Bäche beim Forellenfang gefunden werden, behaupten darf. Auch bei

den größten dieser Steinkrebse habe ich häufig genug Mitosen in der Leber konstatirt.

Meine empirischen Befunde stimmen auch mit manchen anderen Angaben von Frenzel nicht überein. Dass in den blinden Enden der Schläuche neben den Mitosen zahlreiche Amitosen vorkommen, trifft für meine Objekte auf keinen Fall zu; damit will ich allerdings nicht in Abrede stellen, dass hin und wieder einmal ein Bild zur Anschauung kommt, welches man mit gutem Willen als eine Andeutung einer amitotischen Kerntheilung in Anspruch nehmen kann; von einer auf eine Amitose folgenden Zelltheilung habe ich auf meinen Präparaten an keiner Stelle der Drüse ein Bild auffinden können; einen scharfen Unterschied zwischen unzweifelhaften Ferment- und Fettzellen habe ich ebenfalls nicht ausfindig machen können, obschon ich die besten und bewährtesten Konservirungs- und Färbungsmittel in Anwendung brachte. Was ferner den Ausdruck nucleoläre Kernhalbirung anbetrifft, so muss ich denselben als nichtzutreffend bezeichnen, da in fast allen Fällen, in welchen bei den in Rede stehenden Zellen eine Amitose vorliegt oder wahrscheinlich ist, die Tochterkerne ungleich ausfallen. Einigermaßen symmetrische Figuren sind überaus selten anzutreffen. Eine annähernd gleichmäßige Chromatinvertheilung ist bei diesem amitotischen Kerntheilungsvorgang, bei welchem eine irgendwie sichtbare Umlagerung des Chromatins nicht stattfindet, so gut wie ausgeschlossen. Dass Frenzel besonders auf das Verhalten der Nucleolen bei den Amitosen geachtet hat, ist entschieden verdienstvoll, ich wundere mich aber darüber, dass es diesem Autor entgangen ist, dass die Nucleolarsubstanz gerade in diesen Zellen in Form von zwei verschieden tingirten einander dicht anliegenden Kugeln einer dunklen und einer blassen auftritt (siehe oben p. 5). In welcher Beziehung übrigens die Nucleolen zum Chromatin stehen, ist auf jeden Fall noch nicht bewiesen; dass sie Reservestoffe für das Chromatin darstellen, ist bekanntlich in letzter Zeit eben so lebhaft bestritten, wie vertheidigt worden. Wenn nun aber Frenzel gerade von der nucleolären Kernhalbirung der Zellen der Mitteldarmdrüse von Astacus behauptet, »dass jeder Tochterkern genau dem Mutterkern gleicht an Lage, an Gestalt, Volumen, Anordnung des Kerngerüstes und Lage und Aussehen des Nucleolus«, so muss ich dem auf Grund meiner Präparate energisch widersprechen. Frenzel fährt dann fort: »Bisher war man bekanntlich der Ansicht, dass die Hauptbedeutung der Mitose darin beruhe, dass vor Allem die chromatischen Substanzen möglichst gleichmäßig auf beide Tochterkerne vertheilt werden. Wir haben nunmehr gesehen, dass eine solche Vertheilung auch auf einem anderen, anscheinend doch viel einfacherem Wege

vor sich gehen kann, und man wird jetzt mit Recht bezweifeln dürfen, ob darin gerade die Hauptbedeutung der Mitose beruhe.«

Nach meiner Ansicht hat nun aber FRENZEL eine solche gleichmäßige Vertheilung des Chromatins auf beide Tochterkerne nicht nur nicht bewiesen, sondern nicht einmal wahrscheinlich gemacht und jede weitere Spekulation hierüber erscheint mir unberechtigt und überflüssig. Eine Verallgemeinerung der auf der FRENZEL'schen Hypothese beruhenden Schlussfolgerungen stößt sofort auf bedenkliche Schwierigkeiten. Wie bereits FLEMMING in seinem Referat betont, findet bei Wirbelthieren die Regeneration stets »bewiesener Weise« auf mitotischem Wege statt. Wenn aber FRENZEL glaubt, dass bei Evertebraten und obendrein bei den Arthropoden ähnliche Vorgänge eine größere Verbreitung haben, wie er sie für den Flusskrebs »annimmt«, so muss dem doch gleich entgegengehalten werden, dass gerade für die Arthropoden von H. E. ZIEGLER und mir (6) eine größere Zahl von Beispielen aufgeführt wurde, bei welchen die Regeneration ganz unzweideutig nur auf mitotischem Wege erfolgt und amitotische Regeneration sicher ausgeschlossen ist. Dasselbe gilt nach den Untersuchungen von LOENNBERG (3) bei den Mollusken. Sollen vielleicht in all' den von ZIEGLER und mir einerseits, von LOENNBERG andererseits aufgeführten Beispielen die Versuchsthiere noch nicht völlig ausgewachsen gewesen sein, so dass noch ein Wachsthum der betreffenden Organe möglich gewesen wäre, für welche die von uns beschriebenen Mitosen gedient hätten? FRENZEL giebt übrigens selbst das Hypothetische seiner Anschauungen zu. Auf jeden Fall werden durch die von ZIEGLER und mir vertretene Auffassung die empirisch festgestellten Befunde von dem Vorkommen von Mitosen neben Amitosen in demselben Gewebe viel einfacher und natürlicher erklärt.

In einer nahen Beziehung zu den Angaben von FRENZEL steht eine Untersuchung von NICOLAS über die Epithelialprocesse (Bourgeons germinatifs) im Darme der Amphibienlarven (10c). Diese »Bourgeons germinatifs« sollen bei der Larve von Salamandra maculosa Regenerationsherde für das Flächenepithel auf mitotischem Wege darstellen, dagegen beruhe ihre erste Entstehung auf Amitosen. Ohne hier weiter auf dies Untersuchungsobjekt eintreten zu wollen, muss ich auf Grund eigener Untersuchungen über den Darm der Larven von Salamandra maculosa und solcher von Tritonen gestehen, dass ich die Deutung von NICOLAS für recht unwahrscheinlich halte. Es bleibt eben zu beweisen, dass die Zellen, welche sich hier mitotisch theilen, wirklich Abkömmlinge von den Zellen sind, die früher Amitosen erfahren haben.

In Betreff der Angaben von CLAUS über Amitosen will ich mich

ganz kurz fassen, da dieser Autor zwar bei verschiedenen Objekten Amitosen erwähnt, aber so viel ich weiß, nirgends deutlich ausgesprochen hat, dass mitotische Theilungen, durch welche der Ersatz geliefert werden könnte, direkt auszuschließen wären, wenn dieselben auch in den betreffenden Fällen nicht zur Anschauung gekommen sind.

Wenn KNOLL (12) bei seinen Untersuchungen über die Blutzellen der Evertebraten und zumal der Arthropoden, Mollusken und Tunicaten vergeblich nach Mitosen gesucht hat, aber trotz Anwendung guter Methoden, welche, wie FLEMMING in seinem Referat hervorhebt, sehr wohl geeignet waren, Mitosen gut zu konserviren, nur Amitosen gefunden hat, so ist damit sicherlich nicht bewiesen, dass Mitosen der Blutzellen bei diesen Thieren in Wirklichkeit fehlen. Ich habe selbst häufig genug Mitosen von Blutzellen bei jungen Exemplaren von Astacus gesehen und zwar mit Sicherheit im fließenden Blute; ich erinnere ferner daran, dass ich bereits früher in dem mit H. E. ZIEGLER gemeinsam publicirten Aufsatze auf Mitosen im Blute von Cymothoa und Hyperia (l. c. p. 755) aufmerksam gemacht habe. Es handelte sich allerdings auch bei Cymothoa und Hyperia um jugendliche Exemplare. Bei einer 5 mm langen Cymothoa sahen wir Mitosen nicht selten an Zellen, welche wir für Blutkörperchen halten durften und welche in den Blutbahnen (größtentheils in den seitlichen Theilen der Rumpfsegmente und in der großen Schwanzplatte) gelegen waren; die Vermuthung, dass die fraglichen Zellen vielleicht dem fixen Bindegewebe angehören könnten, mussten wir bei der geringen histologischen Differenzirung des Bindegewebes so junger Thiere nicht ganz ausschließen, durften sie aber in Anbetracht des Aussehens und der Lage der Mitosen für unwahrscheinlich halten. Bei mehreren jungen (3—5 mm langen) Exemplaren von Hyperia medusarum sahen wir nicht selten Mitosen in Blutzellen, die im Lumen von Blutbahnen lagen. Bei ausgewachsenen oder doch recht großen Exemplaren von Astacus habe ich bis jetzt vergeblich nach Mitosen im strömenden Blute gesucht, doch sind hier, wie bereits (6, p. 755) hervorgehoben wurde, die Vorbedingungen der Untersuchung recht ungünstige. Auf jeden Fall können die negativen Befunde von KNOLL gegen die von H. E. ZIEGLER und mir vertretene Auffassung der Amitose keineswegs als bedenklich oder gar verhängnisvoll angeführt werden.

Die mit vielen Tafeln ausgestattete Arbeit von SABATIER ist eine so umfassende und die Punkte, in welchen zwischen diesem Autor und mir eine Meinungsdifferenz besteht, sind so zahlreiche, dass es mir hier nicht zweckmäßig zu sein scheint alle diese Streitfragen hervorzuheben, zumal

ich in einer eingehenden, mit vielen Abbildungen versehenen Erwiederung demnächst die Richtigkeit meiner früheren, bereits von LA VALETTE ST. GEORGE bestätigten Angaben, noch einmal mit Nachdruck betonen werde. Ich habe, wie bereits oben erwähnt wurde, seit meiner früheren Publikation über den Hoden von Astacus (2b) beständig zu allen Jahreszeiten die Ovogenese und Spermatogenese des Flusskrebses auf das sorgfältigste studirt und möchte hier nur daran erinnern, dass weder zu Anfang noch zu Ende der Ei- und Samenreife Amitosen sich in den Theilungscyklus der Sexualzellen einschieben und dass ferner von einer Umwandlung von Follikelzellen (meinen Randzellen) zu Sexualzellen niemals die Rede sein kann, dass vielmehr zu allen Zeiten und auch bei ganz jungen Exemplaren scharf zwischen Follikelzellen und Sexualzellen unterschieden werden kann. Ich halte sowohl die empirischen Befunde von SABATIER als auch seine theoretischen Spekulationen über das Verhalten der Amitose zur Mitose für unrichtig. Wenn mir übrigens SABATIER vorwirft, ich hätte bei Astacus meine Auffassung, dass auf Amitosen keine Mitosen mehr folgen können, unbedingt beweisen wollen, so muss ich dem gegenüberhalten, dass ich gerade umgekehrt, gestützt auf meine Befunde bei Astacus, meine diesbezügliche Auffassung in der scharf formulirten Form aussprach, die wegen ihrer kategorischen Art von vielen Autoren zwar Widerspruch niemals aber Widerlegung gefunden hat. Ich hätte eine Entgegnung gegen SABATIER längst publicirt, wenn ich nicht angenommen hätte, dass die Angaben dieses Autors wenig Beifall finden würden.

Die Untersuchung VERSON's über die Drüsenzellen der Puppe von Bombyx mori war mir nicht zugänglich. Nach dem FLEMMING'schen Referate beschreibt VERSON Drüsenzellen, die als »Cellule epigastriche« bezeichnet werden, welche, wie die bereits früher von demselben Autor beschriebenen »Cellule ipostigmatiche«, ihre Herkunft aus der Hypodermis nehmen, sich bei der fünf bis sechs Tage alten Puppe lebhaft amitotisch zu vermehren beginnen, wobei auf die anfängliche Kerntheilung Zerlegung des Zellleibes folge. VERSON fasst diese Processe in keiner Weise als degenerativ auf, sondern sieht die Zellen wegen der an ihnen zu beobachtenden Erscheinungen als lebenskräftige und fungirende Drüsenelemente an. Ich habe dies Objekt selbst nicht untersucht, so dass ich mir kein entscheidendes Urtheil hierüber erlauben darf, nach dem eben citirten Wortlaute des FLEMMING'schen Referates finde ich aber in der Auffassung VERSON's und der von ZIEGLER und mir vertretenen keinen direkten Widerspruch. Ob wirklich auf diese amitotischen Kerntheilungen unzweideutige Zelltheilungen folgen, muss ich selbstverständlich dahingestellt sein lassen. Dass aber Drüsenzellen, die Amitosen

aufweisen, sehr wohl ihre physiologische Rolle erfüllen können, ist von uns nie bestritten worden, sondern nur, dass auf solche Amitosen noch weiterhin normale Mitosen folgen können. Ich habe übrigens selbst bei typischen Drüsenzellen schon früher, wie auch in diesem Aufsatze, Amitosen beschrieben, aber niemals daran gedacht, diesen Zellen die Fähigkeit abzusprechen ihre Funktion ausgiebig zu erfüllen, vielmehr betonte ich ausdrücklich, dass Amitosen häufig in solchen Zellen gefunden werden, die einer intensiven Sekretion und Assimilation vorstehen. Ein Theil dieser Zellen geht nun aber sicherlich zu Grunde, nachdem die Kerne sich vielleicht noch mehrfach amitotisch getheilt haben. Der Ersatz für die zu Grunde gehenden Zellen wird aber nicht durch diese Amitosen gedeckt, sondern erfolgt bei Drüsenzellen stets von jugendkräftigen Regenerationszellen her, die viel weniger differenzirt sind und an der Sekretion keinen Antheil haben.

Flemming hat inzwischen seine oben auf p. 21 citirte Anschauungsweise über die Amitose nicht wesentlich geändert, sondern bleibt auch ferner völlig neutral. Da nun aber von dem Urtheile Flemming's als des besten deutschen Kenners der Zell- und Kerntheilungsfragen auf zoologischem Gebiete die Entscheidung der gesammten Streitfrage in erster Linie abhängig ist, bleibt die Frage einstweilen offen; ich zweifle meinerseits nicht daran, dass die von H. E. Ziegler und mir vertretene Auffassung, der übrigens viele andere Autoren beigetreten sind, auf die Dauer allgemein acceptirt werden wird. Auf eine Besprechung der von Flemming referirten neueren Arbeiten, die zu Gunsten der von Ziegler und mir vertretenen Anschauung sprechen, will ich hier nicht weiter eintreten, da es sich hier lediglich darum handelt, ob überhaupt in einem Falle eine regeneratorische Bedeutung der Amitose nachgewiesen werden kann oder nicht.

Von den in meiner Salamandra-Arbeit formulirten Sätzen stimmt Flemming dem einen bei, dass ein regenerativer Charakter der Amitose weder bei Metazoen noch bei Protozoen wirklich nachgewiesen ist. Dagegen könne man die beiden anderen Sätze: »Alle Zellen, welche einmal amitotische Kerntheilung erfahren haben, können sich unter keiner Bedingung mehr mitotisch theilen, sie gehen vielmehr einem sicheren Untergang entgegen, doch können die Kerne sich vielleicht noch einmal oder noch einige Male amitotisch theilen« und ferner »In allen Geweben und Organen, in welchen ein kontinuirlicher oder periodischer Zellverbrauch stattfindet, erfolgt die Regeneration d. h. der Ersatz der abgenutzten und zu Grunde gehenden Zellen durch mitotische Theilungen« in dieser Allgemeinheit hingestellt, wohl nicht als Ergebnisse, sondern noch als Hypothesen bezeichnen. Genau genommen sind beide

Bezeichnungen nicht passend, indem Ergebnisse zu viel, Hypothesen zu wenig ausdrücken. Ich habe mich folgendermaßen ausgesprochen: Wenn ich jetzt die wichtigsten meiner auf empirischem Wege gewonnenen Resultate über die biologische Bedeutung der Amitose in Kürze zusammenfasse, beziehungsweise früher publicirte Angaben wiederhole, so ergiebt sich Folgendes etc. Richtiger hätte ich an Stelle des Ausdruckes »so ergiebt sich« gesagt »so glaube ich folgende Schlussfolgerungen mindestens im höchsten Grade wahrscheinlich gemacht zu haben«. An dem Wortlaute meiner Sätze braucht dann nichts geändert zu werden. Ein direkter und positiver Beweis ist für die Richtigkeit meiner Folgerungen überhaupt nicht zu erbringen, vielmehr wäre jede Angabe über eine regeneratorische Bedeutung der Amitose durch Feststellung des wirklichen Thatbestandes zu widerlegen; in vielen Fällen beruhen aber die Meinungsverschiedenheiten der Autoren gar nicht einmal auf einer Verschiedenheit der empirischen Befunde, sondern nur auf der Deutung dieser Befunde und in diesen Fällen kann eben nur von einer mehr oder weniger großen Wahrscheinlichkeit die Rede sein. So sagt denn auch FLEMMING (l. c. p. 133): Es bleibt also der weiteren Diskussion unter den betheiligten Untersuchern vorbehalten, ob sich die Befunde so oder anders werden deuten lassen.

Wer übrigens die FLEMMING'schen Angaben über Amitosen sorgfältig verfolgt hat, wird sicherlich die Überzeugung gewonnen haben, dass dieser Autor in den letzten Jahren viel mehr an die Möglichkeit einer regeneratorischen Bedeutung der Amitose (wenigstens bei Sexualzellen) gedacht hat wie in früheren Jahren und der Grund hierfür ist offenbar in den Untersuchungen seines Schülers MEVES (20) über die Spermatogonien des Salamanderhodens zu finden. Es scheint mir daher von Wichtigkeit zu sein, hier noch einmal diese Verhältnisse im Salamanderhoden eingehend zu besprechen, zumal in neuester Zeit von MEVES eine diesbezügliche Arbeit (20 c) erschienen ist, die mit meinen Befunden keineswegs in Einklang steht.

Als ich meine Beobachtungen am Salamanderhoden publicirte und gegen die Auffassung von MEVES Stellung nahm, war mir eine interessante Arbeit von NICOLAS (10 b) entgangen, die ebenfalls FLEMMING und MEVES unbekannt geblieben zu sein scheint; diese Arbeit ist eben so wie eine andere Schrift desselben Autors (10 a) in den beiden FLEMMING-schen Referaten über die Zelle nicht angeführt. Ich glaube auf diese Angaben hier etwas näher eingehen zu müssen, als dieselben in einigen Punkten mit der Auffassung von MEVES, in den meisten Punkten aber mit der meinigen übereinstimmen.

In Übereinstimmung mit MEVES glaubt NICOLAS (l. c., p. 7), dass im

Frühjahr eine Umwandlung der polymorphen Kerne, die im Herbste in großer Zahl auftreten, in runde Kerne stattfindet. In Bezug auf die Sphären und ihre Veränderungen während der Umwandlung der polymorphen Kerne zu runden ist dagegen der französische Autor zu sehr abweichenden Resultaten gekommen, die sich aber mit meinen in der Salamandra-Arbeit publicirten Befunden recht gut vereinigen lassen. Über den Bau und die Lage der Sphären drückt sich Nicolas folgendermaßen aus: »Le corps cellulaire renferme un corpuscule volumineux, bien limité, teinté en gris jaunâtre par le procédé de Flemming généralement sphérique, quelquefois aplati, de forme variable en un mot. Sa situation parait quelconque; tantôt contigu au noyau, il est d'autres fois tout à fait à la péripherie de la cellule. Meves qui décrit ce corpuscule le considère comme la sphère attractive. Il n'a aperçu que rarement un corps central dans son intérieur. J'adopte l'opinion de Meves, mais, plus heureux que lui, c'est dans la majorité des cas qu'il m'est arrivé de constater la présence d'un et plus souvent de deux corpuscules centraux entourés chacun d'une zone médullaire claire. Par contre les irradiations protoplasmiques, fréquentes au dire de Meves, m'ont paru extrêmement rares (dans les noyaux au repos).« Auf meinen früheren Präparaten habe ich im Inneren der Sphären, die meist vollkommen homogen erschienen, nur in selteneren Fällen ein oder zwei kleine Körner erkannt, die als Centrosomen gedeutet werden konnten, auf neu hergestellten Präparaten habe ich aber bei Tritonen, bei Salamandra maculata, bei Bufo vulgaris, bei Rana esculenta und fusca in den Spermatogonien mit einer so großen Regelmäßigkeit zwei solcher Körper, in selteneren Fällen nur einen, zur Anschauung bekommen, dass ich die Angaben von Nicolas direkt bestätigen muss (Taf. III). Außer den Sphären fand nun Nicolas noch andere Körper im Zellplasma, deren Deutung er unbestimmt lässt. »Outre ce corpuscule à caractères bien tranchés, il en existe parfois d'autres en nombre variable, plus petits, également jaunâtres. Je ne sais si ce sont là aussi des sphères attractives. Je ferai remarquer seulement qu'à l'époque où les spermatogonies se divisent mitotiquement, on trouve des figures pluripolaires. On observe en outre des grains chromatiques issus manifestamement du noyau.« Wir werden weiter unten noch des Näheren auszuführen haben, dass diese Befunde von Nicolas vollkommen richtig sind. Auch in Betreff des genetischen Verhältnisses der Sphären zu den Körnerhaufen in den polymorphen Kernen des Salamanderhodens befinde ich mich mit Nicolas im besten Einvernehmen, wie aus einem Vergleich unserer beiderseitigen Angaben hervorgeht. Meves konnte in den polymorphen Kernen der Spermatogonien, die er mit Recht von den Kernen mit hantelförmigen Kerndurchschnürungen abtrennt, niemals die

hellen, scharf kontourirten Körper, die als Sphären zu deuten wären, auffinden, vielmehr sah er statt derselben dunkle, körnige Massen, welche den Kern wie eine Hohlkugel umschließen, jedoch so, dass an verschiedenen Stellen Zwischenräume bleiben. Dieser Autor glaubt, dass ein Übergang der Körnerhaufen zu Sphären stattfindet, indem im Frühjahr sich nicht nur die polymorphen Kerne abrunden, sondern gleichzeitig auch die Körnermassen, welche den Kern umgeben, sich mehr und mehr auf eine Stelle zusammenziehen, so dass sie ihn bald nur noch zu einem Theil schalenförmig umfassen. Durch ein weiteres Zusammendrängen auf einen dichteren Haufen entstände dann eine Sphäre. Es sollen die beiden Processe, Abrundung des Kernes und Rekonstitution der Sphäre, häufig neben einander einhergehen. In manchen Zellen mit runden Kernen verbleibe aber die Körnermasse in aufgelöstem Zustande durch den ganzen Sommer hindurch, auch könne die Rückkehr des Kernes zum runden Zustand der Rekonstitution der Sphäre voraneilen.

Gegen die Darstellung von Meves hat Nicolas mit Recht folgende Einwände erhoben: »La sphère attractive ne fait nullement défaut dans les cellules à noyau polymorphe et elle s'y présente avec les mêmes charactères que dans les cellules à noyau sphériques. C'est là un fait facile à vérifier. Elle ne dérive donc pas de l'amas granuleux, ou inversement, puisque ces deux formations coexistent. Quant à la substance granuleuse elle même on la rencontre presque aussi souvent à côté de noyaux sphériques qu'à côté de noyaux polymorphes. Elle se trouve d'ailleurs aussi dans des spermatocytes (Hermann) quoiqu'en moins grande abondance et moins constamment. Je pense que cette substance constitue tout simplement des matériaux nutritifs qui sont employés ultérieurement.« Ich habe gegen die Darstellung von Meves ganz ähnliche Bedenken erhoben, indem ich einerseits gegen die Annahme protestirte, wonach die polymorphen Kerne des Herbstes und Winters sich im Frühjahr wieder abrunden und es andererseits für nicht richtig erklärte, dass die von Meves besprochenen Körnerhaufen mit der Sphäre in einem genetischen Verhältnis stehen. In einer ganzen Reihe von Fällen habe ich in Zellen mit solchen Körnerhaufen die von Meves als Sphären bezeichneten Körper recht deutlich gesehen und so sprach ich die Ansicht aus, dass die Körnerhaufen mit Attraktionssphären gar nichts zu thun haben (vgl. l. c. Fig. 3, 5, 6, 7). Welches aber die Bedeutung dieser Körnerhaufen sein möchte und aus welcher Ursache sie entstehen, konnte ich nicht angeben, ich vermuthete, dass sie mit Degenerationsvorgängen im Inneren des Zellplasma in Beziehung gesetzt werden könnten (l. c. p. 175). Dass übrigens die Sphären zeitweise in Form von Körnerhaufen auftreten können, habe ich ausdrücklich mit Hinweis

auf die Beobachtungen von Boveri bei Ascaris megalocephala und die von Hermann bei Proteus anguineus hervorgehoben. Ich erwähnte ferner, dass ich selbst bei vielen Hodenzellen der verschiedensten Metazoen im Stadium der Ursamenzellen neben dem völlig ruhenden bläschenförmigen Kern im Zellplasma eine dunkel gefärbte körnige Plasmamasse gesehen habe, in welcher hin und wieder ein oder zwei Centrosomen lagen; diese Körnermasse entspricht offenbar dem Archiplasma oder Archoplasma der Autoren; das Archiplasma beim Salamander ist aber von den in Rede stehenden Körnerhaufen völlig unabhängig und beide kommen neben einander vor.

Über die Amitosen im Salamanderhoden spricht sich Nicolas wie folgt aus: »J'arrive maintenant à une importante question, celle de la division des spermatogonies. Leur multiplication par voie karyokinétique ne fait pas de doute; on peut la constater dès la fin du mois de mars, mais en outre elle s'opère par voie directe, par simple étranglement. Ce serait surtout pendant les mois d'hiver, de mars notamment d'après Meves, qu'on observe la division amitotique dans ces élements. Je ne parle pas des noyaux polymorphes qui, pour certains auteurs, seraient des noyaux en division (v. la Valette St. Georges, Nussbaum), mais de noyaux sphériques ou ovoïdes qui s'étranglent régulièrement en un point de leur surface et se trouvent finalment partagés en deux segments sphériques. Ce mode de division me semble extrêmement rare, je dirais presque exceptionel. Il faut chercher longtemps pour voir des images démonstratives, surtout si l'on a soin de suivre des coupes sériées. Le plus souvent l'étranglement se fait de telle sorte, que les deux noyaux-filles sont de taille inégale, l'un pouvant être de moitié ou même des deux tiers plus petit que l'autre. Les seules modifications de structure du noyau ainsi en voie de division consistent en ceque: 1. l'un des noyaux-filles, et c'est d'habitude le moins volumineux, est plus compact, par suite plus coloré que le second. Mais il y a simplement condensation du suc nucléaire, et l'arrangement ainsi que la quantité des éléments chromatique n'ont subi apparement ainsi que la quantité des élements chromatiques aucun changement; 2. on voit dans le pont d'union des noyaux-filles surtout quand il est encore assez large, des fibrilles chromatiques étirées, tendues d'un côté à l'autre, avec des renflements sur leur parcours, et en continuité avec la charpente chromatique des noyaux-filles. Une fois dans un cas où les deux noyaux n'étaient plus réunis que par un pont très mince, celui-ci était très dense en son milieu, coloré par la safranine et comme formé par un faisceau de fibrilles. Il y a là peut-être en somme des phénomènes rappelant ceux qui, dans la division indirecte, president

à la formation des »filaments réunissants« lors de l'écartement des noyaux-filles. La division du corps cellulaire se fait ou bien progressivement en même temps que celle du noyau, ou bien commence seulement après que celle-ci est près d'être terminée, ou même achevée. Dans ce processus de division la sphère attractive jouirait, d'après MEVES, un rôle absolument remarquable. Elle formerait à l'endroit de l'étranglement un anneau qui se resserre de plus en plus et fini par couper, pour ainsi dire, le noyau en deux. Malgré toute mon attention je n'ai rien pu voir de semblable. Chaque fois, soit dans des cellules à noyau polymorphe, soit dans des cellules à noyau en voie de division directe, j'ai reconnu la sphère attractive avec ses caractères habituels, logée en un endroit quelconque du corps cellulaire, en regard de l'échancrure ou ailleurs; jamais je n'ai constaté quelque particularité assez nette qui put faire croire qu'elle avait une relation avec la fragmentation ou avec le polymorphisme du noyau. A plusieurs reprises, j'ai cru avoir sous les yeux des anneaux ou segments d'anneau comme ceux que MEVES signale, mais j'ai reconnu que c'était une illusion due à la cause suivante. Lorsqu'un noyau est étranglé, le protoplasma s'insinue dans l'échancrure annulaire ainsi formée, et plus l'étranglement s'accentue, plus la lamelle protoplasmique qui occupe sa cavité s'amincit. Il peut arriver alors que sous l'action des réactifs probablement, cette lamelle prenne un aspect dense, et en outre se rétracte en rompant sa continuité avec le protoplasma situé à l'orifice de l'échancrure. On conçoit que dans ces conditions on puisse apercevoir une bande annulaire isolée autour du pont d'union des deux noyaux-filles. En cherchant ailleurs, on trouve la sphère attractive. Je ne veux pas toute fois mettre en doute les faits annoncés par MEVES et qui, d'après lui, seraient rares. Le hasard m'a sans doute mal servi.« Fernerhin verweist NICOLAS auf die Angaben von M. HEIDENHAIN, wonach dieser Autor bei den Amitosen von Leukocyten niemals den Sphärenring von MEVES gesehen hat. Dass der Sphärenring thatsächlich vorkommt, ist durch mich und, wie wir gleich sehen werden, auch durch BENDA bestätigt worden. Von Wichtigkeit ist aber der Umstand, dass NICOLAS und ich darin übereinstimmen, dass die Hantelform der Amitose bei den Sexualzellen von Salamandra mac. überhaupt sehr selten vorkommt und in diesen Fällen obendrein die Tochterkerne in den bei Weitem meisten Fällen an Größe recht ungleich ausfallen, wodurch eine gleichmäßige Vertheilung des Chromatins und eine weitere normale mitotische Theilung von vorn herein unwahrscheinlich wird.

Ganz ähnliche Befunde wie MEVES hat nun BENDA vor sich gehabt (Verhandl. d. Anatom. Gesellschaft 1893 p. 161), der sich folgendermaßen aussprach: »Betreffs der Spermatogonien (des Salamander-

hodens) kann ich in allem Wesentlichen die Beobachtungen von Meves (Anat. Anzeiger 1891) vollauf bestätigen. »Bei der Umwandlung der polymorphen Kerne in runde steigert sich schnell der Gehalt an Chromatin, welches aber hier auch stets in einzelnen Brocken auftritt und kein Gerüst bildet, sondern in den Knotenpunkten eines feinen Liningerüstes liegt. Meves' amitotische Zerschnürungen fand ich in mehreren Hoden aus dem Frühjahr sehr schön mit dem von ihm beschriebenen Archiplasmaring. Ich füge seiner Beschreibung nur hinzu, dass man von den verschiedenen Theilen des Ringes Protoplasmastrahlungen ausgehen sieht; dieselben erschienen alsdann wie ein äquatorialer Strahlenkranz des Kernes. Im ruhenden Zustand zeichnet sich das Archiplasma dieser Kerne durch seine scharfe Begrenzung aus, die fast membranartig erscheint. Protoplasmastrahlungen, die von ihm ausgehen, sind nicht regelmäßig wahrzunehmen, und es dürfte ausgeschlossen erscheinen, dass an diesen Zellen zwischen Archiplasma und Chromatin eine Verbindung im Sinne Rabl's besteht. In einem Hoden fanden sich recht reichliche Mitosen neben solchen amitotischen Theilungen. Eines auffallenden Bildes muss ich hier Erwähnung thun. In einem Fall fand ich die Spindel mit zwei Centrosomen sehr deutlich im Inneren eines noch scharf begrenzten Archiplasmaklumpens, ein Befund, der eine wichtige Bestätigung der Beobachtungen Hermann's über die erste Spindelbildung abgiebt. In der Nachbarschaft der Spermatogonien und Spermatocyten erster Ordnung finden sich übrigens auch mitotische Theilungen der vegetativen (Follikel-)Zellen, die von den Voruntersuchern nicht erwähnt sind.« Ich habe diese Angaben von Benda in meiner Salamandra-Arbeit nicht mehr benutzen können. Auch ich habe auf das Vorkommen von Mitosen in Follikelzellen aufmerksam gemacht, mich aber vergeblich bemüht, die Schleifenzahl der Chromosomen festzustellen. In einer eben erschienenen Arbeit von L. Drüner (Studien über den Mechanismus der Zelltheilung, Jenaische Zeitschr. XXIX. Bd. 1894) finde ich die Angabe, dass bei diesen Mitosen 24 Schleifen auftreten, während bei den Sexualzellen nur 12 gezählt werden. Auf p. 302 giebt derselbe Autor eine Beschreibung der Sphäre, welche mit meiner Darstellung gut übereinstimmt. »Bei intensiven Färbungen nimmt die Sphärenhülle so viel Farbstoff auf, dass feinere Einzelheiten in ihrem Inneren nur an Schnitten zu erkennen sind, die einen Theil derselben getroffen haben. Liegt der ganze von dieser Sphärenhülle umgebene Körper in einem Schnitt, so ist es meist unmöglich, in ihm die beiden Centrosomen und andere Einzelheiten zu erkennen, und er hat dann ein gleichförmig granulirtes, dunkles Aussehen, wie dies vielfach vom Nebenkern beschrieben ist. Die feinere

Struktur desselben ist F. Hermann (Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXIV, 1889) bei seinen früheren Untersuchungen verborgen geblieben. Meves geht ebenfalls auf dieselbe nicht genauer ein und behält sich dies für spätere Mittheilungen vor. Vom Rath (diese Zeitschr. 1893) hat dagegen in seiner neuen Abhandlung diese Verhältnisse richtig erkannt und beschrieben. Moore's Untersuchungen (Quarterly Journal of Microscop. Science, XXXIV, 1893) stehen zum Theil mit denen vom Rath's und den meinigen in gutem Einklang.«

Ich habe mich über die polymorphen Kerne und ihre Beziehung zu den hantelförmigen, amitotischen Kerndurchschnürungen sowie über das Vorkommen der ringförmigen Sphären wie folgt ausgedrückt: Mit vollem Recht trennt Meves die polymorphen Kerne von den typischen Formen der Amitose ab. Als amitotische Kerntheilungen beschreibt dieser Autor solche Theilungen, die unter dem Bilde einer einfachen Durchschnürung vor sich gehen und durch ein eigenthümliches Verhalten der völlig intakten Sphäre verlaufen. Nach Meves »muss« man annehmen, dass von den polymorphen Kernen, die hauptsächlich im Herbste und im Winter zur Anschauung kommen, im Frühjahr eine Umwandlung der polymorphen Kerne in runde stattfindet. »In der That beginnen im Hoden aus dem Monate März die so merkwürdig gelappten Formen, wie man sie im Spätherbst und Winter antrifft, allmählich durch Ausgleichung ihrer Spalten und Buchten ein regelmäßigeres Aussehen zu gewinnen und zu einem abgerundeten Zustande des Kernes zurückzukehren.« Dass die polymorphen Kerne dem Untergang verfallen sollten, hält Meves für unwahrscheinlich, »weil man in einzelnen Winterhoden fast nur Spermatogonien mit solchen gelappten Kernen findet. Außerdem sieht man sich vergeblich nach Endstadien dieser polymorphen Degeneration um. Chromatolysen, unter deren Bildung die Degenerationsprocesse auch in diesen Zellen verlaufen, finden sich ziemlich selten und im Frühjahr nicht häufiger als zu anderen Jahreszeiten.«

Wollen nun Hermann und Meves in den polymorphen Kernen keine Degenerationsformen sehen, so muss ich auf Grund völlig überzeugender Präparate mit Krause, Flemming und Bellonci den degenerativen Charakter der polymorphen Kerne betonen. Dass sich die polymorphen Kerne des Herbstes und Winters im Frühjahr wieder abrunden, trifft auf jeden Fall für die größte Zahl der polymorphen Kerne nicht zu. Die Degenerationserscheinungen der polymorphen Kerne im Spätherbst und Winter sind so typische und der Kernhabitus dieser Zellen ist ein so verkommener, dass von einem Ausglätten der Einbuchtungen gar keine Rede sein kann. Dass im Frühjahr im

Regenerationsfelde viel weniger polymorphe Kerne vorkommen als im Herbste und Winter, und dass alle Regenerationszellen einen gesunderen Habitus aufweisen als in den kalten Monaten, steht fest, desshalb ist man aber keineswegs zu der Annahme gezwungen (MEVES), dass eine Abrundung der zerklüfteten Kerne im Frühjahr stattfindet. Die Kerndegenerationen vollziehen sich auch keineswegs gleichzeitig im Beginn des Frühjahres, vielmehr findet man sie reichlich während des Herbstes und im Winter; im Frühjahr finden sich nur desshalb weniger typische Degenerationsformen, weil bereits die große Menge der polymorphen Kerne vorher zu Grunde gegangen ist. Das gesammte Regenerationsfeld ist aber in Folge dessen auch wesentlich kleiner geworden, als es im Herbste und Winter war. Im Oktoberhoden bildet das Regenerationsfeld einen gewaltigen Komplex von normalen und degenerirenden Sexualzellen, im März und April, also kurz vor der Samenentleerung und Neubildung von Samenzellen, ist aber das Regenerationsfeld auf einen ganz kleinen Streifen am oberen Abschnitte jedes Lappens reducirt. Die übrig gebliebenen Regenerationszellen, die, wie ich schon oben erwähnte, möglicherweise durch das zerfallende Kernmaterial der degenerirenden Zellen ernährt wurden, zeigen durchgängig runde und gesunde Kerne und diese treten nach der Samenentleerung in schnell auf einander folgende Mitosen ein. Ich möchte hiermit nun keineswegs in Abrede stellen, dass manche Kerne mit kleineren Unregelmäßigkeiten sich wieder abrunden können, haben wir doch genügende Beispiele für amöboide Kerne, die vor unseren Augen Gestaltveränderungen eingehen. Die polymorphe Gestalt der Kerne vieler Sexualzellen ist offenbar durch ungünstige biologische Verhältnisse und zumal Nahrungsmangel bedingt, und ich möchte mit HERMANN annehmen, dass der Kern offenbar durch Oberflächenvergrößerung seinen Bedürfnissen nach Nahrung abzuhelfen sucht; in den meisten Fällen aber fehlt es ihm nachher an Kraft, seine Fortsätze wieder einzuziehen und diese bröckeln dann leicht ab. Die Bilder, welche ich im Hoden der Tritonen und Frösche im Regenerationsfelde im Herbste und Winter vorfand, und eben so die polymorphen Kerne, welche in der Genitalanlage vor der geschlechtlichen Differenzirung bei sämmtlichen Amphibien auftreten, sind denen des Salamanders so ähnlich, dass ich sie nicht näher zu besprechen brauche. Besonders interessante Bilder von polymorphen Kernen fand ich aber im Hoden der Kröte (Bufo vulgaris), indem dort die Zahl der Kernstücke, die aus einem polymorphen Kern entstanden sind, oft eine erstaunlich große ist (Fig. 8)[1].

[1] In der Tafelerklärung meiner Salamanderarbeit (II. Theil, p. 185) heißt es

Ob man nun alle polymorphen Kerne unbedingt zur Amitose rechnen darf, bleibt einstweilen eine Streitfrage. Auf jeden Fall können bei vielen polymorphen Kernen in Sexualzellen die Einbuchtungen persistiren, ohne dass eine Kerndurchschnürung stattfindet und der Kern degenerirt; in anderen Fällen zerfällt der polymorphe Kern in eine ganze Zahl mehr oder weniger runder Kernfragmente (Fig. 1, Zelle 5). Einstweilen dürfte es sich empfehlen, die polymorphen Kerne insgesammt der Amitose zuzurechnen, da eine ganze Kette von Übergangsformen zwischen polymorphen Kernen bis zur Hantelform der Amitose gefunden werden. Ob nun auf die Hantelform der Amitose in den Regenerationszellen des Salamanders eine Zelltheilung folgt, wie es Meves annehmen möchte, scheint mir sehr fraglich zu sein; ich habe niemals bei Salamandra, Tritonen und Fröschen eine Andeutung hierfür gefunden, es treten aber die Hantelformen überhaupt so überaus selten auf, dass ihnen eine besondere Bedeutung bei der Regeneration unter keiner Bedingung zukommen kann.

Die hantelförmigen Kerndurchschnürungen bei Sexualzellen des Salamanders beanspruchen ein besonderes Interesse, da Meves bei seinen Studien über die Kerntheilungen des Hodens bei solchen »Achter- oder Hantelformen« ein eigenartiges Verhalten der Attraktionssphären konstatirte. Der eingeschnürte Kern war von einem blassen, bandförmigen Ringe umgeben, den genannter Autor als Sphäre deutet. Zu Gunsten dieser Auffassung spreche der Umstand, dass man in solchen Zellen niemals einen anderen Körper findet, den man eventuell als Sphäre in Anspruch nehmen könnte.

Meine eigenen Beobachtungen an den gleichen Zellen des Regenerationsfeldes von Salamandra maculosa bestätigen den Befund von Meves, wie aus einem Vergleich meiner Fig. 10 mit den von Meves gegebenen Fig. 5, 6, 7 deutlich hervorgeht. Ich habe auch ganz ähnliche Bilder im Hoden von Tritonen aufgefunden. Es braucht kaum darauf hingewiesen zu werden, dass der bandförmige Ring, welcher nach Art eines Saturnringes den Kern umgiebt, auf Schnitten nur stückweise zur Anschauung kommen kann; in vielen Fällen findet man in den beiden Einbuchtungen nicht weit von dem eingeschnürten Kerne jeweils einen blassen, bald runden, bald ovalen Körper, welcher den Querschnitt des Ringes darstellt; in besonders glücklichen Fällen und dicken Schnitten

in Fig. 8 irrthümlich Alytes obstetricans, es muss heißen Bufo vulgaris. Eine auf Alytes bezügliche Abbildung habe ich im letzten Augenblick weggelassen, dadurch ist dies Versehen entstanden.

kann man aber auch eine Ringhälfte intakt zu sehen bekommen (Fig. 10). Meves gelang es, auf zwei auf einander folgenden Schnitten festzustellen, dass in dem ersten von beiden ein helles Band über, in dem zweiten aber ein solches unter der Einschnürungsstelle des Kernes verläuft (l. c. Fig. 6 u. 7). Es soll nun, während die Einschnürungsstelle schmäler wird, der Sphärenring, welcher dem Hals der Einschnürung immer ziemlich dicht anliegt, dicker werden.

Meves ist auf Grund seiner Beobachtungen zu der Annahme geneigt, dass die ringförmige Sphäre einen mechanischen Einfluss auf die Kerntheilung ausübt, wofür auch das Vorhandensein eines Stranges von Sphärensubstanz in jeder Kernbucht bei dem in drei Theile sich zerlegenden Ringkerne spräche.

Eine definitive Entscheidung ist in dieser Frage einstweilen nicht zu geben, da wir über das Verhalten der Sphäre während des gesammten Verlaufes der Kerndurchschnürung nicht genügend unterrichtet sind, auch betont Meves selbst, dass er sich über das Verhalten der Sphäre in den Endstadien der Theilung keine völlige Klarheit verschaffen konnte.

Ich erinnere übrigens hier daran (cf. p. 166), dass die hantelförmigen Amitosen relativ selten zur Anschauung kommen, und die Sphärenringe nur bei glücklicher Schnittrichtung mit befriedigender Klarheit wahrgenommen werden können.

Bei der Besprechung meiner Salamandra-Arbeit bemerkt nun Flemming (9a, p. 123) weiterhin: »Die von Meves beschriebenen Amitosen von sicheren Sexualzellen (Spermatogonien) des Salamanderhodens erkennt vom Rath nach eigener Nachuntersuchung an, glaubt aber offenbar nicht, dass eine Zelle nach diesem Vorgange sich noch mitotisch theilen und also für die Regeneration in Betracht kommen könne. Diese Frage scheint mir gänzlich offen und wohl durch theoretische Betrachtung nicht entscheidbar.« Ich habe bereits oben ausgeführt, dass diese Frage auch empirisch schwerlich entschieden werden kann, da ein negativer Beweis überhaupt keine Beweiskraft haben würde, der positive Beweis aber, dass doch noch Mitosen auf diese Amitosen folgen können, schon aus äußeren Gründen nicht beigebracht werden kann. Es handelt sich eben um Zellen, die nur durch Zerzupfen des Hodengewebes isolirt werden können und dadurch in wesentlich veränderte biologische Bedingungen versetzt werden. Wenn es nun wirklich einmal gelingen sollte solche lebenden Zellen, welche die beschriebene Amitose zeigen, unter dem Mikroskop einzustellen, was wegen der überaus geringen Zahl derselben schon im höchsten Grade unwahrscheinlich ist, so könnte man wohl lange auf eine Mitose warten, da

selbst im Falle eine Mitose noch eintreten könnte, dieselbe keineswegs sofort auf die Amitose zu folgen brauchte. Durchsichtige Eier, Einzellige, Blutkörperchen, sowie Zellen durchsichtiger Gewebe kann man im lebenden Zustande auf Kerntheilungsfragen studiren, Hodenzellen gehen aber, wenn man den Hoden zerzupft, sehr bald zu Grunde, wie ich bei meinen Studien über die Spermatogenese vieler Metazoen, zumal aber bei Astacus und Amphibien, die ich frisch und zum Theil mit Methylenblau gefärbt untersucht habe, konstatiren konnte. Wenn ferner FLEMMING die Arbeiten SABATIER's als eine Stütze der Auffassung von MEVES ansieht, dass man die wahren Amitosen der Salamanderspermatogonien nicht als Degenerationsprocesse anzusehen hat, so muss ich doch daran erinnern, dass die Angaben SABATIER's erst bewiesen werden müssen. Wenn SABATIER die Amitose als einen, den unvollkommeneren Zellenelementen (imparfaits soit par jeunesse, soit par vieillesse) zugehörigen Vorgang, die Mitose andererseits als den vollentwickelten Zellen eigen anspricht, so ist dies doch wohl nichts Anderes als eine Hypothese. Bei alternden Zellen ist Amitose allerdings recht häufig zu beobachten und dies entspricht auch vollkommen der von ZIEGLER und mir vertretenen Auffassung, bei jugendlichen Zellen, wenigstens bei normalen, dürfte aber SABATIER's Anschauung sehr wenig zutreffend sein.

In Betreff der polymorphen Kernformen bei Spermatogonien der Amphibien betont FLEMMING, dass er durch die Untersuchungen von MEVES darin sehr zweifelhaft geworden sei, ob sie wirklich Degenerationsformen seien, wie er es selbst früher neben KRAUSE und BELLONCI angenommen hatte und es wieder von mir behauptet wurde. Ich sehe meinerseits keinen Grund, warum gerade diese eigenartigen Amitosen des Salamanderhodens besonders zu einer Hypothese berechtigen, dass auf dieselben noch Mitosen folgen und dass sie überhaupt in den Entwicklungscyklus der Samenzellen dieses Thieres hineingehören. Wir kennen jetzt eine größere Reihe von Arbeiten, in welchen der gesammte Verlauf der Ei- und Samenbildung auf das sorgfältigste untersucht worden ist und ein Auftreten von Amitosen bei entwicklungsfähigen Ei- oder Samenzellen niemals beobachtet wurde. Sollte da der Salamander eine Ausnahme machen?

In demselben Referate bespricht FLEMMING meine beiläufigen Bemerkungen über Ring- und Lochkerne und glaubt, dass meine Auffassung, nach welcher ich eine weitere mitotische Theilung der Ringkerne für unwahrscheinlich halte, unbegründet sei (l. c. p. 124). Ich habe mich über diese Frage wie folgt ausgesprochen: »Bekanntlich sind von verschiedenen Autoren Ring- und Lochkerne in den verschieden-

artigsten Geweben gefunden worden. Ich habe dieselben außer bei Sexualzellen von Amphibien (Fig. 4) auch in der Haut dieser Thiere wiedergefunden (Fig. 12 *b*, *e*, *h*). In Übereinstimmung mit ARNOLD sah ich sie im Knochenmark und der Milz verschiedener Warmblüter (weiße Maus, Kaninchen, Meerschweinchen und Hund). Wie FLEMMING fand ich sie hin und wieder in der Blase von Salamandra, häufiger in der Lunge bei Tritonen (zumal Triton palmatus) und der Salamanderlarve. HATSCHEK erwähnt ringförmige Kerne im Epithel von Amphioxuslarven. REINKE giebt an, dass er durchlochte Kerne in der Milz der weißen Maus gefunden habe und im Mesenterium willkürlich hervorrufen konnte. Das Vorkommen von Ringkernen in der lymphatischen Randschicht der Salamandrinenleber, welches von GÖPPERT beschrieben wurde, kann ich bestätigen. Die Verbreitung der Ring- und Lochkerne ist somit eine große.

Was die Entstehung dieser Kerne angeht, so verweise ich auf die neueste Arbeit von MEVES. Wenn nun auch Ringkerne im Salamanderhoden im Anschluss an eine Mitose entstehen können, wie es BELLONCI und MEVES nachzuweisen versuchen, so steht es für mich fest, dass die Tochterkerne sich nur noch amitotisch theilen können, eben so wie die Tochterkerne, welche aus anderen anormalen Mitosen hervorgehen.

Wenn auch Ringkerne, wie MEVES es beschrieb, aus einer Mitose hervorgehen können, so ist doch eine solche Mitose schon eine anormale, da sich die Spindelfigur zu spät zurückbildet und so die Ringform entstanden ist. Es ist folglich sehr unwahrscheinlich, dass die Ringkerne sich weiterhin mitotisch theilen können.«

Dagegen möchte FLEMMING den Mitosen, aus denen Ringkerne entstehen, einen »so gefährlichen Charakter« nicht beilegen und zwar auf Grund eigener Studien an Leukocyten der Salamanderlarve. Genannter Autor fand erstens, dass an solchen Stellen, wo im Larvenbindegewebe mitotische Theilungen von Leukocyten reichlich vorkommen, die meisten davon, wenn nicht vielleicht gar alle, mit Lochkernbildung verlaufen; und zweitens, dass hierbei in allen Übergängen die Kernlöcher bald groß, bald kleiner, bald ganz winzig gefunden werden, was doch wohl am nächsten auf ein Wiederverstreichen dieser Löcher zu deuten sei; endlich habe er bei solchen Leukocyten, und in einzelnen Fällen auch bei fixen Zellen, Ringkerne, sowie auch (bei ersteren) polymorphe, stark hufeisenförmige Kerne gefunden, welche sich im Spiremstadium befanden und dabei dieselbe Größe hatten wie die Kerne umliegender ruhender Zellen. Danach ließe sich annehmen, dass eben so wie Zellen mit polymorphen Kernen auch solche mit aus Mitose entstandenen Ringkernen wieder in Mitose treten könnten, und zwar letztere bald

nach Wiederausgleichung der Ringform, bald schon, während diese noch besteht. Die Meinung, dass die Kernpolymorphie bei Leukocyten immer ein Anzeichen von Dekrepidität und Sterilität der Zelle wäre, kann FLEMMING nicht theilen, da er keinen Beweis zu ihren Gunsten sieht und die obigen Fälle dagegen sprächen. Ob man übrigens die zur Ringform führenden Mitosen abnorm oder atypisch nennen wolle oder nicht, sei Geschmackssache, jedenfalls repräsentirten sie einen bei der Theilung abweichenden Hergang, der nur bei einzelnen Zellenarten vorkommt, da er bei den meisten nicht bemerkt wird. Aber dafür, dass diese Ringmitosen allgemein Zeichen von Degeneration oder Sterilwerden der betreffenden Zellen sein sollten, dafür ließe sich nach dem Obigen kein Grund ersehen.

Auf Grund eingehender Studien über Leukocyten Lymphocyten und Riesenzellen bleibe ich bei meiner früheren Anschauung, dass eben so wenig die Ringkerne der Leukocyten als die der Sexualzellen späterhin noch Mitosen eingehen, wenigstens keine normalen, die zu einer gleichmäßigen Vertheilung des Chromatins auf die Tochterkerne führen. Die Leukocyten stellen überhaupt eine Zellgruppe dar, die in vielen Beziehungen, zumal aber in den Kerntheilungsvorgängen allen anderen Zellen gegenüber mancherlei Abweichungen aufweisen, und demgemäß eine gewisse Sonderstellung einnehmen. Es sind eigenartig differenzirte Zellen, bei welchen die Neigung zu atypischen, aberranten oder abnormen Kerntheilungen eine ganz auffallende ist. Außer runden, fragmentirten und polymorphen Kernen finden sich Ring- und Lochkerne vor, Riesenzellen sind sehr häufig; außer verschiedenen Formen der Amitose herrscht auch unter den mitotischen Kerntheilungsvorgängen eine große Mannigfaltigkeit und ist ein pathologischer Charakter mancher Mitosen um so weniger auszuschließen, als man im normalen Gewebe durch störende Einflüsse künstlich ähnliche Kerntheilungsvorgänge hervorrufen kann; es sind hier in erster Linie die vielen multipolaren Mitosen gemeint, bei welchen oft eine erstaunlich große Zahl von Spindelfiguren in einer Zelle gefunden werden. Bei scheinbar völlig normalen Mitosen ist obendrein oft eine große Verschiedenheit der Chromosomenzahl vorhanden, worauf ich bereits in meinem früheren Aufsatze [1] hinwies (2d).

[1] Ich sprach mich l. c. folgendermaßen über diese auffallenden Befunde aus: »Interessante Schwankungen der Chromosomenzahl fand ich neuerdings in verschiedenen Geweben eines etwa drei Wochen alten Hundes. Leider waren die Chromosomen so zahlreich und obendrein so winzig klein, dass ich weder bei Sexual- noch Somazellen eine genaue Zählung, sondern nur eine annähernde Schätzung vornehmen konnte. Relativ große Mitosen von Somazellen (Regenerationszellen) traf ich im Blasenepithel an und zwar in den tieferen Schichten, während die oberen Schichten vielfach Amitosen erkennen ließen. Bei den Spin-

Dass nebenbei in großer Zahl Degenerationserscheinungen bei Leukocytenzellen zur Beobachtung kommen, ist hinlänglich bekannt. In Fig. 12 habe ich eine Reihe von verschiedenen Kernen von Leukocyten aus der Milz eines jungen Hundes abgebildet, bei welchen bei einer relativ einfachen Behandlung (Konservirung in Pikrinessigosmiumsäure und Färbung mit DELAFIELD'schem Hämatoxylin) auch die Centrosomen in scharfer Weise zur Beobachtung gekommen sind. Ich verweise ferner auf die Abbildungen 13—27, welche Leukocyten aus verschiedenen Geweben der Larven von Salamandra maculosa und Triton darstellen. Weiter unten werde ich im Anschluss an eine Arbeit von M. HEIDENHAIN noch einige Bemerkungen über Leukocyten im Allgemeinen anführen. Auf jeden Fall muss man bei Leukocyten sowohl in der Beurtheilung der empirischen Befunde, als auch bei einer Verallgemeinerung der festgestellten Resultate ganz besonders vorsichtig

deln dieser »Regenerationszellen« waren die Chromosomen im Äquator in Form einer großen völlig ausgefüllten Scheibe aufgestellt und ihre Zahl betrug wesentlich mehr wie 32 und vielleicht 64. Große Abweichungen konstatirte ich dann in den Mitosen der Milz und des Knochenmarks desselben Individuums. Ich sah zunächst sowohl in Riesenzellen wie in kleineren Zellen häufig pluripolare Mitosen mit sehr verschiedener, nicht genau bestimmbarer Chromosomenzahl, ich sah ferner Mitosen, deren Chromosomenzahl schätzungsweise theils wesentlich größer, theils wesentlich geringer war als die typische Zahl. Ein besonderes Interesse beanspruchen aber kleine Zellen, die ich ihrem Gesammthabitus nach als Leukocyten auffassen muss, deren Mitosen bei Polansichten im Äquator nur acht recht große kugelige oder kubische in Kranzform angeordnete Chromosomen erkennen ließen. Auch in anderen Geweben, z. B. im Blasenepithel und in selteneren Fällen auch im Hoden konstatirte ich solche charakteristische Mitosen mit geringer Chromosomenzahl, ein Befund, der meine Auffassung, dass es sich hier um Leukocyten (Wanderzellen) handelt, wesentlich stützt. Die auffallende Größe und die geringe Anzahl der Chromosomen dieser Mitosen deutet allein schon darauf hin, dass ein jedes derselben in Wirklichkeit ein Multiplum verschiedener gewöhnlicher Chromosomen repräsentirt; da nun aber die typische Zahl 32 wesentlich übersteigt und vielleicht 64 beträgt, so haben wir ein schönes Beispiel dafür, dass es außer zwei- und vierwerthigen Chromosomen auch noch vielwerthige geben kann und dies obendrein bei Somazellen. Dass übrigens die typische Chromosomenzahl dieses Hundes ein Vielfaches der Zahl 8 ist, scheint mir aus Analogiegründen sehr wahrscheinlich zu sein. Ich will an anderem Orte noch näher auf die so sehr verschiedenen Mitosen der Gewebe des Hundes sowie auch auf die Amitosen unter Beifügungen von Abbildungen eingehen. Man wird sich die Entstehung von vielwerthigen Chromosomen am besten in der Weise vorstellen, dass im Knäuelstadium der längsgespaltene Chromatinfaden in wesentlich weniger Segmente in der Querrichtung zerlegt wird als bei den gewöhnlichen Mitosen der Somazellen. Für eine Annahme, dass die geringe Zahl der Chromosomen durch einen Reduktionsvorgang oder Chromatinatrophie hervorgerufen sein könnte, ist nach meinen Präparaten nicht der geringste Anhaltspunkt vorhanden.« (Vgl. Fig. 12 dieser Arbeit.)

sein. Finden sich nun aber in einem Gewebe Kerntheilungsfiguren und Kernformen vor wie bei den Leukocyten, so liegt immer der Verdacht nahe, dass es sich da um nicht ganz normale oder aberrante Verhältnisse handeln kann.

In seiner vor Kurzem erschienenen Arbeit (Archiv für mikrosk. Anat. Bd. XLIV) hat MEVES eingehend eine Metamorphose der Attraktionssphäre in den Spermatogonien von Salamandra maculosa geschildert, die im Wesentlichen darin bestehe, dass die Sphäre gegen Ende des Sommers und im Anfange des Herbstes in Körnerhaufen übergeht, aus welchen dieselbe, wie derselbe Autor schon früher behauptet hatte, sich im Frühjahr wieder aufbauen soll. Gegen diese Ansicht haben NICOLAS und ich (2) bereits früher protestirt. Diese neue Arbeit von MEVES, in welcher die bereits früher ausgesprochene Auffassung eingehender begründet wird, kommt für die Amitosenfrage kaum in Betracht, denn wenn, wie MEVES es annimmt, die polymorphen Kerne überhaupt zur Amitose keine Beziehung haben, vielmehr im Frühjahr sich wieder abrunden und in Mitose treten, so folgen eben die Mitosen nicht auf Amitosen und dieser Punkt ist ja in erster Linie zu beweisen, wenn man an eine regeneratorische Bedeutung der Amitose glaubt. Ob nun aber wirklich die Veränderungen, welche die Sphäre Hand in Hand mit der Umwandlung des polymorphen Kernes in einen runden durchmachen soll, so sind, wie es MEVES schildert, ist mir sehr wenig wahrscheinlich, da ich, wie bereits oben betont wurde, der Ansicht bin, dass der größte Theil der polymorphen Kerne im Herbste und Winter degenerirt, nachdem dieselben zum Theil noch Amitosen erfahren haben. Eine Abrundung im Frühjahr konnte ich nur für eine beschränkte Anzahl polymorpher Kerne zugeben, bei denen offenbar die Kerne sich noch rechtzeitig vor einer Degeneration erholt hatten. Dass die Bilder, welche MEVES von seiner Sphärenmetamorphose gegeben hat, richtig sind, will ich keineswegs bestreiten, ich beweifle aber sehr, dass die Reihenfolge der Bilder, wie sie MEVES zusammengestellt hat, die richtige ist. Da man aber lediglich auf Kombiniren der Befunde angewiesen ist, dürfte eine definitive Entscheidung in dieser Frage schwer zu geben sein; auf jeden Fall kann man die Bilder auch in einer anderen Reihenfolge gruppiren und demgemäß auch anders deuten. Nach MEVES soll der neue Aufbau der Sphären nach dem Zerfall in derselben Weise wieder so vor sich gehen, wie auch der Zerfall eingetreten ist, und mit dem Konsolidiren der Sphären aus ihren Zerfallstücken soll auch die Abrundung der Kerne erfolgen. Mit demselben Rechte kann man aber auch die Präparate so deuten, dass sämmtliche Bilder, welche angeblich den Wiederaufbau der Sphäre und die Abrundung der Kerne

zeigen, umgekehrt als beginnende Zerfallserscheinungen der Sphäre mit zunehmendem Polymorphwerden der Kerne interpretirt werden. Für letztere Ansicht sprechen mehrere Gründe. In ein und demselben Hoden sind die Zerfallserscheinungen und eben so die Konsolidirungsvorgänge der Sphären keineswegs bei allen in Rede stehenden Zellen gleichzeitig in demselben Stadium vorhanden, so dass beispielsweise im Herbste die Zerfallerscheinungen in ihren verschiedenen Phasen bis gegen Ende des Winters allein zu konstatiren wären und dann gegen Frühlingsanfang die Konsolidirungsvorgänge zur Beobachtung kämen, vielmehr findet man im Herbste wie Winter und im Frühjahr alle Phasen von Kern- und Sphärenveränderungen im gleichen Hoden neben einander vor. Im Winter sind allerdings nach meinen Beobachtungen die Degenerationserscheinungen der polymorphen Kerne, die von einer Degeneration der Sphäre begleitet sein können aber nicht begleitet zu sein brauchen, in großer Zahl vorhanden, im Frühjahr sieht man dagegen viel mehr runde als polymorphe Kerne, da letztere zum großen Theil bereits degenerirt sind, aber auch im Frühjahr, ja auch im Sommer, findet man noch polymorphe Kerne, da auch in diesen Jahreszeiten noch Kerne zu Grunde gehen, welche den Winter überstanden hatten. Gegen die Auffassung von Meves spricht ferner der Umstand, dass ich in völliger Übereinstimmung mit Nicolas auch in Zellen mit ganz exquisit polymorphen Kernen ganz unzweideutige intakte Sphären mit ein oder meist zwei Centrosomen in überaus zahlreichen Fällen auffand (vgl. Fig. 40). In einzelnen Fällen war allerdings die Sphäre zerfallen, dann war aber auch der gesammte Kernhabitus ein so verkommener, dass an einer gleichzeitig erfolgenden Degeneration von Kern und Sphäre gar kein Zweifel sein konnte.

Wenn nun Meves behauptet (l. c. p. 127), dass er in Zellen mit polymorphen Kernen einen scharf kontourirten hellen Körper, welcher unzweifelhaft eine intakte Sphäre war, beim Salamander niemals beobachtet habe, so ist dies ein entschiedener Irrthum. Derselbe Autor möchte die von mir (2a) beschriebenen und erwähnten Körper nicht als Sphären, sondern als Einschlüsse der Zelle ansehen, über deren Bedeutung er einstweilen keine Angaben machen könne; besondere Differenzirungen in ihrem Inneren konnte er nicht erkennen, eben so sah er sie niemals von einer Strahlung umgeben. »Es können nur diese Körper sein, welche neuerdings vom Rath im Salamanderhoden in Zellen mit Körnerhaufen gefunden und für Sphären angesehen hat. Der sehr erhebliche Unterschied dieser Körper gegenüber den Sphären in den Zellen mit runden Kernen scheint vom Rath nicht aufgefallen zu sein. Dieselben waren mir schon zur Zeit meiner ersten

Mittheilung bekannt, jedoch habe ich dort ihrer ausdrücklich keine Erwähnung gethan. Dass es sich nicht um dieselben Körper handelt, welche ich als Sphären beschrieben habe, kann durchaus keinem Zweifel unterliegen.«

Da nun nach meinen Präparaten auch nicht der geringste Zweifel darüber sein kann, dass diese Körper neben den polymorphen Kernen mit Körnerhaufen identisch sind mit jenen bei runden Kernen, und eben so deren Sphärennatur gar nicht angezweifelt werden kann, eben so wenig wie die Centrosomennatur der meist in der Zweizahl vorhandenen Körner in diesen Körpern (vgl. die Tafeln I, II u. III), glaube ich annehmen zu dürfen, dass die von Meves in Anwendung gebrachten Methoden nicht immer gleichmäßig gute Resultate geliefert haben; meine Angaben sind neuerdings auch von Drüner (33 a) im Gegensatz zu Meves bestätigt worden. Wenn nicht etwa in Folge des Lichtdruckes die Meves'schen Abbildungen bedeutend matter sind und weniger erkennen lassen als die Originalzeichnungen, so geben mir meine Präparate auf jeden Fall wesentlich mehr Aufschlüsse.

Die ferneren Bedenken, die Meves gegen meine Angaben erhoben hat, will ich ganz kurz besprechen. Zunächst wird für die polymorphen Kerne angeführt, dass sie keine Veränderungen des Kernbaues erkennen lassen, welche als degenerativ gedeutet werden könnten. »Die Veränderung der Form aber ist an und für sich kein Degenerationszeichen; sie findet genügende Erklärung (Hermann) durch die von O. Schultze aufgestellte Hypothese, der sich übrigens auch vom Rath anschließt, dass der Kern durch Oberflächenvergrößerung seinem Nahrungsbedürfnisse nachkommt.« Ich bleibe bei meinen früheren Angaben, dass die Degenerationserscheinungen der polymorphen Kerne im Spätherbste und Winter so unverkennbare und typische sind und der Kernhabitus dieser Zellen ein so verkommener ist, dass von einem Ausglätten der Einbuchtungen durchgängig keine Rede sein kann. Es ist nun ein Irrthum von Seiten Meves, wenn dieser Autor annimmt, dass ich nur wegen der äußeren, gelappten und polymorphen Form der Kerne von einem verkommenen Habitus sprach, vielmehr waren es gerade die Zerfallserscheinungen der Kernbestandtheile selbst, welche mich auf eine unverkennbare Degeneration hinwiesen.

Eine genauere Beschreibung dieser Degenerationserscheinungen habe ich nicht gegeben, da dieselben doch nur an der Hand einer größeren Zahl farbiger, sorgfältiger Abbildungen verständlich gemacht werden können. Ich habe beiläufig bemerkt wiederholentlich darauf hingewiesen, dass die Degenerationserscheinungen der Zellen und ihrer Kerne in einer außerordentlich verschiedenen Weise verlaufen,

so dass es eine dankbare Aufgabe wäre, diese verschiedenen Degenerationsformen, wie sie an bestimmten Zellkategorien auftreten, zu einem besonderen Studium zu machen, da eine Anzahl von Autoren der Ansicht zu sein scheint, dass es nur wenige Erscheinungen der Zell- und Kerndegeneration giebt, von denen die sogenannte chromatolytische Kerndegeneration die bekannteste ist. Meves bespricht übrigens selbst auf p. 165 u. ff. einige typische Degenerationserscheinungen. Wenn aber genannter Autor hervorhebt, dass er ebenfalls an den Kernen der sogenannten Follikelzellen im Hoden und Ovarium des erwachsenen Thieres Zerklüftungen wahrgenommen habe, die häufig mindestens eben so hochgradig sind, wie diejenigen der Spermatogonien bezw. der Oogonien, so sagt er uns damit nichts Neues, da ich selbst in verschiedenen Arbeiten (2b, c, d) gerade die Degenerationserscheinungen der Follikelzellen (meine Randzellen) eingehend bei verschiedenen Thieren z. B. Astacus, Salamandra u. a. diskutirt habe. Diese Angaben sind Meves offenbar entgangen.

Ob die polymorphen Kerne zur Amitose in Beziehung stehen oder nicht, kann nicht so leicht entschieden werden, ich erwähnte früher, dass viele polymorphe Kerne der Sexualzellen von Amphibien degeneriren, ohne dass eine Kerndurchschnürung an den Einbuchtungsstellen stattfindet, dass aber thatsächlich in manchen Fällen solche Durchschnürungen stattfinden, ist nach meinen Präparaten ganz sicher. Ich wies ferner darauf hin, dass ich zwischen polymorphen Kernen und solchen mit hantelförmiger Amitose eine ganze Kette von Übergangsformen gefunden habe und es mir »einstweilen« empfehlenswerth schien die polymorphen Kerne noch zu den Amitosen zu rechnen. Dem gegenüber betont Meves, dass die neben den polymorphen Kernen vorkommenden Amitosen schon wegen des Verhaltens der Attraktionssphären scharf von diesen zu trennen sind. Nun giebt es aber, außer vielen anderen Formen der Amitose des Salamanderhodens z. B. mit Kernplattenbildung Fig. 37 auch solche Hantelformen, bei welchen die Sphäre keineswegs die charakteristische Ringform aufweist, vielmehr in gewöhnlicher Kugelform auftritt und diese Beispiele sind auf jeden Fall wesentlich zahlreicher, als die mit Sphärenring. Es kommt übrigens auch ganz darauf an, wie man den Begriff der polymorphen Kerne definirt. Rechnet man zu diesen nur die stark zerklüfteten und vielfach gelappten Kerne, so muss man für alle die anderen eigenthümlich gestalteten Kerne, die unverkennbare Amitosen zeigen und weder rund noch zerklüftet, noch hantelförmig sind, besondere Namen einführen. Es scheint mir, dass Meves auf solche Übergangsformen zwischen exquisit polymorphen, runden und hantelförmigen Kernen nicht genü-

gend geachtet hat. Einseitig eingebuchtete Kerne sind beispielsweise recht häufig, eben so zweiseitig eingebuchtete, bei welchen aber die Einbuchtungen keineswegs einander genau gegenüberliegen, ferner knospenförmige Kernabschnürungen etc.

Meine früheren Studien über die polymorphen Kerne der Sexualzellen haben mich zu Resultaten geführt, die ich kurz in folgender Weise zusammengefasst habe.

Alle Zellen im Sexualapparat der Amphibien (und sämmtlicher anderen Metazoen), welche maulbeerförmige oder polymorphe Kerne haben, gehören nicht in den Entwicklungscyklus der Samen- und Eizellen; sie sind weder an den Anfang noch an das Ende der Spermatogenese oder Ovogenese zu stellen; sie gehen allmählich zu Grunde und können höchstens für die übrigen sich normal entwickelnden Sexualzellen als Nährmaterial Verwendung finden. Es leitet die Maulbeerform unter keinen Umständen eine Mitose ein, sie deutet vielmehr darauf hin, dass die Zelle fernerhin keine Mitose mehr eingehen kann.

Man wird nun fragen, wie kommt es, dass Meves, Benda und Nicolas der Ansicht sind, dass im Allgemeinen die polymorphen Kerne des Herbstes sich im Frühjahr abrunden, während nach meinen Angaben der größte Theil der polymorphen Kerne im Winter degenerirt? Es scheint mir sehr wohl möglich zu sein, dass diese Verschiedenheit der Angaben in einer Verschiedenheit des Untersuchungsmaterials begründet ist und die Thiere in wesentlich verschiedenen Existenzbedingungen gelebt haben. Ich habe zu meinen Untersuchungen stets frisch eingefangene Salamander benutzt, die ich selbst noch im November in genügender Zahl an geschützten Stellen unter Holzhaufen, in zugedeckten Springbrunnen, Sommerhäuschen und Kellern finden konnte; eben so hatte ich im Februar wieder frisches Material, im December und Januar musste ich mich dagegen mit Thieren begnügen, die ich im Oktober oder November in ein mit Moos und Steinen gefülltes Fass zur Überwinterung gebracht hatte. Ich habe nun außerdem Exemplare untersucht, die in der Gefangenschaft gefüttert wurden und reichlich Mehlwürmer gefressen hatten. Bei diesen gut genährten Thieren fand ich weitgehende Verschiedenheiten im Hoden. Von Thieren, die den ganzen Winter im Terrarium im gewärmten Zimmer lebten und gefüttert wurden, untersuchte ich in kurzen Intervallen stets einige den ganzen Winter hindurch; bei diesen Exemplaren war die Zahl der polymorphen Kerne wesentlich geringer als bei Thieren, die gehungert hatten und im Fass ihren Winterschlaf abhielten, ferner

waren die Degenerationserscheinungen der Zellen und Kerne viel seltener und lange nicht so auffallend, als bei den gefütterten Exemplaren. Beiläufig möchte ich noch erwähnen, dass bei Thieren, die ich im Sommer eingesetzt und gut gefüttert hatte, die Hoden im Oktober, ja noch im November viele Nachzügler in der Mitose aufwiesen, die bei Thieren, die dem Freien entnommen waren, bereits im September recht selten waren. Da ich nun aus verschiedenen Arbeiten von Flemming ersehen habe, dass die Kieler Forscher ihre Salamander vom Händler beziehen, ist es keineswegs ausgeschlossen, dass die betreffenden Autoren Thiere zu ihrer Untersuchung benutzen, die unter wesentlich günstigeren Existenzbedingungen gelebt hatten und dem entsprechend weniger Degenerationserscheinungen an den Hodenzellen erkennen ließen, als meine Exemplare.

Bei den Larven von Salamandra maculosa haben wir in den Sexualzellen ganz ähnliche Verhältnisse kennen gelernt, wie beim ausgebildeten Thiere. Zur Winterszeit findet man in den Sexualzellen dieser Larven, welche bekanntlich im Uterus der Mutter überwintern, recht häufig polymorphe Kerne und viele unverkennbare Degenerationserscheinungen, wie ich es bereits in meiner früheren Arbeit (2d) eingehend beschrieb. Zumal wenn die Thiere ihren Dottervorrath völlig verzehrt haben, sind polymorphe und degenerirende Kerne überaus häufig zu finden, während bei Larven, die im Frühjahr ins Wasser abgesetzt wurden, und reichlich fressen, solche Kernformen nur selten vorkommen. In gleicher Weise sieht man Mitosen bei Thieren, die hungern, nur recht selten, während sie bei den ins Wasser abgesetzten Exemplaren bekanntlich in großer Zahl beobachtet werden. Schneidet man nun Salamanderlarven im Herbste oder Winter aus dem Uterus der Mutter und füttert dieselben, so findet man auch Mitosen in allen Geweben in großer Zahl und sind polymorphe Kerne und Degenerationserscheinungen viel seltener. Zur Vermeidung von Missverständnissen ist es daher dringend zu rathen, dass die Autoren, welche Angaben über Salamanderlarven machen, genau angeben, ob sie die Thiere aus den Bächen herausgefischt oder aus dem Uterus der Mutter herausgeschnitten und eventuell gefüttert haben.

Zum Schluss will ich noch erwähnen, dass in letzter Zeit E. Verson wieder mit Nachdruck für das Vorkommen von Amitosen in Sexualzellen (Hodenzellen von Bombyx mori) eingetreten ist. Bereits in früheren Arbeiten hatte derselbe Verfasser (13) behauptet, dass bei der Spermatogenese von Bombyx mori und anderen Lepidopteren die Kerne der Samenmutterzellen jedes Hodenfaches durch amitotische Theilung von einem einzigen großen Sexualkern sich herleiten, und

dass folglich amitotisch entstandene Kerne weiterhin sich mitotisch vermehren können. Gegen diese Auffassung haben H. E. ZIEGLER und ich (6) geltend gemacht, »dass VERSON durch seine Beobachtungen nicht zu der Annahme genöthigt ist, dass die kleinen Zellen, welche er im jüngsten vorliegenden Stadium neben der großen Zelle in jedem Hodenfach bemerkt, durch amitotische Theilung von der großen Zelle herstammen; es erscheint eine Deutung zulässig, welche die Befunde VERSON's mit denen VOM RATH's (bei Astacus) in Übereinstimmung bringen könnte, nämlich die Auffassung, dass die kleinen Zellen nicht die Abkömmlinge, sondern so zu sagen die Geschwister der großen Zelle sind, und dass sie durch successive mitotische Theilung die zahlreichen Samenbildungszellen erzeugen, während der Kern der großen Zelle, welche den Charakter einer Rand- oder Stützzelle hat, sich mehrfach amitotisch theilt. Demnach bleiben wir bei der Behauptung, dass Kerne, welche durch amitotische Theilung entstanden sind, nie mehr in mitotische Theilung eintreten«. In meiner Salamandra-Arbeit fügte ich dann hinzu, dass die Befunde VERSON's auch eine andere Deutung zuließen als die vorhin gegebene und sagte, es ist immer misslich die Befunde anderer Autoren in anderer Weise zu interpretiren, wenn man keine eigenen Präparate über die betreffenden Objekte zur Kontrolle hat und obendrein die beigefügten Abbildungen wie in der VERSON'schen Arbeit an Klarheit sehr zu wünschen übrig lassen. Es ist wohl denkbar, dass die Zelle, welche die Amitose zeigt, eine in Rückbildung begriffene Sexualzelle ist. Auch bei anderen Evertebraten und Vertebraten sind in Sexualzellen Amitosen beobachtet worden, doch gehen solche Sexualzellen, wie bereits oben betont wurde, unzweifelhaft zu Grunde. Es ist nun keineswegs ausgeschlossen, dass auch bei den Lepidopteren in manchen Sexualzellen Amitosen auftreten, diese Zellen werden sich dann aber auch sicherlich nicht zu befruchtungsfähigen Samenzellen entwickeln. Kurze Zeit später sprach sich TOYAMA NOGAKUSHI auf Grund von Studien über dasselbe Objekt in einer vorläufigen Mittheilung dahin aus, dass die VERSON'sche Zelle keine Keimzelle, sondern eine Fußzelle (supporting cell), also eine Stützzelle sei. Die Arbeiten von ZIEGLER und mir waren diesem Autor unbekannt. In seiner neuen Arbeit wendet sich nun VERSON gegen mich und sagt: »Dass meine Abbildungen nicht geziert, oder wie man zu sagen pflegt, vervollständigt sind, gebe ich gern zu: sie sind eben den Präparaten treu nachgezeichnet und bringen schlimmsten Falls, wo die Gewebselemente zu gedrängt standen, eine geringere Anzahl derselben zur Darstellung, um die Klarheit des Bildes eben nicht zu stören. Was hingegen die

Art und Weise betrifft, über Objekte abzuurtheilen, die man eingestandenerweise gar nicht kennt, lässt sich nicht leugnen, dass die von O. vom Rath beliebte Methode sehr billig zu stehen kommt: ob sie auch recht erbaulich sei, das überlasse ich dem Leser sich selber zurechtzulegen.« Im Übrigen hält Verson an seiner Behauptung auch gegen Toyama (den er irrthümlich Nogakushi nennt, während dies Wort so viel ich weiß ein Titel ist), fest, dass die betreffende Zelle eine Keimzelle ist, und dass er neun Kerne mit eingeschnürtem oder fragmentirtem Kerne gezählt habe. Mittlerweile ist die definitive Arbeit von Toyama (14) erschienen, in welcher der Verfasser in Bezug auf die in Rede stehende Zelle zu dem Resultate kommt, »that Verson's cell is not a genital cell as Verson states, but it is a supporting cell connecting all the younger genital elements with the wall of the testicular follicle and probably nourishing them. This confirms the assumption of Ziegler and vom Rath, who says that „es erscheint eine Deutung zulässig, welche die Befunde von Verson mit denen von vom Rath in Übereinstimmung bringen könnte, nämlich die Auffassung, dass die kleinen Zellen nicht die Abkömmlinge, sondern so zu sagen die Geschwister der großen Zelle (Verson's cell) sind, und dass sie durch successive mitotische Theilung die zahlreichen Samenbildungszellen erzeugen, während der Kern der großen Zelle, welche den Charakter einer Rand- oder Stützzelle hat, mehrfach sich amitotisch theilt". Verson's cell may therefore be safely assumed to be a supporting cell of the testicular follicle, and is also to be seen in the blind end of an egg tube as is schown in fig. 14 and in quite young stages, it is very difficult to distinguish the male and the female elements except by the external shape of the follicle as already described«. Ferner bemerkt K. Toyama in einer Anmerkung auf p. 6: The cells which divide amitotically in the genital follicles of the silk-worm do not belong to the cycle of sexual cells as above described and this confirms the opinion of vom Rath who says that. »Den Mitosen gegenüber haben die Amitosen durchweg einen mehr oder weniger deutlich erkennbaren degenerativen Charakter etc.«

Die Abbildungen, welche K. Toyama seiner Arbeit beigefügt hat, sprechen sehr zu Gunsten der Deutung, die dieser Autor seinen Befunden gegeben hat. Wenn ich nun in meiner Salamanderarbeit, II. Theil, p. 155 sagte, dass die Angaben Verson's nur mit größter Vorsicht aufgenommen werden dürfen, da gegen die Richtigkeit derselben große Bedenken erhoben werden müssen, so war diese Mahnung, wie aus der Untersuchung von Toyama hervorgeht, sicherlich berechtigt. Wenn Verson meine Kritik wenig erbaulich findet, so kann ich nur

erwiedern, dass ich nicht zur Erbauung der Leser die Resultate meiner Studien veröffentliche, sondern zur Klarlegung wissenschaftlicher Streitfragen; im Übrigen habe ich in einem streng sachlichen und keineswegs unhöflichen Tone geschrieben. VERSON hätte auf jeden Fall besser daran gethan seine Deutungen schärfer zu begründen, als seiner persönlichen Entrüstung über meine Interpretirung in dieser Weise Ausdruck zu verleihen.

Aus der gesammten Diskussion über die Amitosenfrage ergiebt sich von selbst, dass ich an meiner Auffassung auch nicht das geringste ändere.

III. Theil. Bemerkungen über die Zahl, Lage und Bau der Centrosomen und Sphären bei ruhenden und sich amitotisch theilenden Kernen.

Schon in einem früheren Aufsatze (2 d) habe ich eine Reihe von Angaben über das Verhalten der Centrosomen und Sphären bei ruhenden und sich amitotisch theilenden Kernen gemacht, die ich jetzt auf Grund fremder und eigener Beobachtungen erweitern kann. Es liegt nun aber keineswegs in meiner Absicht hier ein kritisches Referat der großen Zahl von Arbeiten, welche in letzter Zeit über Centrosomen und Sphären erschienen sind, geben zu wollen, ich will nur aus einigen Arbeiten gewisse Punkte herausgreifen, die für den hier vorliegenden speciellen Zweck von Wichtigkeit sind.

In Übereinstimmung mit FLEMMING behalte ich auch fernerhin die Bezeichnungen Centrosom (= Centralkörper) und Sphäre (= Archoplasma, Archiplasma, Astrosphäre) bei, da mir kein Grund vorzuliegen scheint, dieselben mit anderen zu vertauschen.

Von den Arbeiten, welche hier in erster Linie in Betracht kommen, verdient die von M. HEIDENHAIN »Neue Untersuchungen über die Centralkörper und ihre Beziehungen zum Kern und Zellenprotoplasma« (Archiv für mikr. Anat. Bd. XLII, 1894) ganz besondere Beachtung, da sie außer einer großen Zahl interessanter empirischer Befunde, eine Discussion sämmtlicher auf die Centrosomen und Sphären bezüglichen Streitfragen enthält. Im Anschluss an die HEIDENHAIN'sche Arbeit will ich dann einige abweichende Auffassungen anderer Autoren besprechen. Zu meinem Bedauern konnte HEIDENHAIN meine Salamandra-Untersuchungen (2 d) nicht mehr benutzen, da dieselben kurz vor dem Abschluss seines Manuskriptes erschienen.

Bevor ich nun die hierher gehörigen HEIDENHAIN'schen empirischen Resultate und theoretischen Betrachtungen bespreche und mit anderen Angaben vergleiche, will ich in Kürze die wichtigsten meiner eigenen

diesbezüglichen früheren Resultate wiederholen. Ich sprach mich zunächst über das Verhalten der Sphären und ihrer Centrosomen bei den Amitosen der Sexualzellen von Salamandra maculosa und anderen Amphibien im Speciellen und dann über das Verhalten der Centrosome während der Ruhe der Kerne im Allgemeinen wie folgt aus:

Seit der wichtigen Entdeckung E. van Beneden's (4), dass die Attraktionssphäre und ihr Centralkörper (Centrosoma) ein permanentes Organ der Zelle ist und eine allgemeine Verbreitung bei allen Zellarten hat (mindestens bei solchen, die sich mitotisch theilen), sind bekanntlich in einer Reihe von Fällen auch bei ruhenden Zellen mit bläschenförmigem Kerne ein oder zwei Centrosomen, die manchmal von einer deutlichen Strahlung umgeben waren, beschrieben worden. Was lag nun näher, als auch bei Amitosen das Vorkommen und Verhalten der Attraktionssphären und Centrosomen eingehend zu studiren, durfte man doch erwarten, durch sorgfältige Beobachtungen wichtige Aufschlüsse über eine etwaige Betheiligung dieser Gebilde bei der amitotischen Kerndurchschnürung zu erhalten.

Wenn nun aber einstweilen die auf diesem Gebiete erzielten Resultate immer noch recht dürftige sind, so liegt dies einerseits an der Kleinheit der in Rede stehenden Körper, andererseits an der Schwierigkeit geeignete Konservirungs- und Färbungsmittel ausfindig zu machen. Die zur Zeit üblichen Methoden sind bekanntlich für diesen speciellen Zweck nicht völlig ausreichend, und es gelingt meist nur in besonders glücklichen Fällen die Attraktionssphären und Centrosomen bei ruhenden und sich amitotisch theilenden Kernen mit befriedigender Deutlichkeit zur Anschauung zu bringen.

Die besten Präparate erhielt ich durch längere Behandlung mit der Flemming'schen Flüssigkeit oder der Hermann'schen Lösung, sowie durch die von mir angegebenen Mischungen von Pikrinessigosmiumsäure und zumal der von Pikrinessig-Platinchloridosmiumsäure. Die Färbung mit Safranin-Gentian-Orange nach Flemming glückte mir nur in seltenen Fällen, dagegen gaben mir Hämatoxylinfärbungen gute und klare Bilder (cf. I. Theil, p. 102)[1]. Beiläufig möchte ich hier bemerken, dass bei den Amitosen der Sexualzellen, die als Attraktionssphären und Centrosomen interpretirten Körper durchgängig viel klarer zur Anschauung kommen als bei Somazellen und hier oft ohne Anwendung komplicirter Metho-

[1] Die Heidenhain'sche Methode scheint für den vorliegenden Zweck die sichersten Resultate zu liefern. Ich habe dieselbe für diese Objekte nicht mehr in Anwendung bringen können, da meine Präparate beim Erscheinen der letzten Arbeit Heidenhain's (15 d) bereits fertig gestellt waren. Bei anderen Objekten habe ich aber seit dieser Zeit mit dieser Methode gute Erfolge gehabt.

den erkannt werden können. Wenn ich nun im Folgenden einige meiner über das Verhalten der Attraktionssphären und Centrosomen bei der Amitose gemachten Beobachtungen bekannt gebe, so geschieht es nur desshalb, weil ich in meinen Abbildungen vielfach Körper eingezeichnet habe, die sehr wohl als Attraktionssphären, beziehungsweise Centrosomen, gedeutet werden können. Im Übrigen habe ich die Überzeugung gewonnen, dass wir erst ein viel größeres vergleichendes Material beibringen müssen, ehe wir in dieser interessanten Frage zu einem entscheidenden Urtheil berechtigt sind. Ein flüchtiger Blick auf meine Abbildungen genügt, um eine große Mannigfaltigkeit in der Gestalt, Lagerung, Zahl und Anordnung der Attraktionssphären und Centrosomen erkennen zu lassen, so dass von einem einheitlichen Verhalten dieser Gebilde auch bei dem gleichen Gewebe desselben Thieres gar nicht die Rede ist, geschweige denn an eine Gleichmäßigkeit des Verhaltens bei den Amitosen der Sexualzellen und der Somazellen gedacht werden kann.

Bevor ich nun zu meiner speciellen Beschreibung übergehe, will ich daran erinnern, dass auch bei den Mitosen das Verhalten der Attraktionssphären und Centrosomen nicht immer genau das gleiche ist. Beispielsweise sind die Angaben über den feineren Bau der Attraktionssphären und Centrosomen der Mitosen von Salamandra maculosa einigermaßen von denen bei Ascaris megalocephala verschieden, ja die diesbezüglichen Befunde von BOVERI (7), VAN BENEDEN (4), BRAUER (8) bei Mitosen der Sexualzellen von Ascaris megalocephala stimmen keineswegs genau mit einander überein[1]. Wir wissen ferner, dass Attraktions-

[1] Die Centrosomen von VAN BENEDEN und NEYT sollen aus einem Häufchen kleiner Körner bestehen und von einem hellen Hof umgeben sein, der als Markschicht (zone médullaire) bezeichnet wird (cf. BOVERI). Die Markschicht wäre nach den belgischen Autoren von spärlichen radialen Fädchen durchzogen, die sich an das Centralkörperchen ansetzen. Letztere Angabe konnte BOVERI auf Grund eigener Untersuchungen desselben Objekts nicht bestätigen (l. c. p. 760), indem die radialen Fädchen auf seinen Präparaten nicht sichtbar waren. Ob das Centrosoma der belgischen Forscher dem ganzen aufgequollenen Centrosoma BOVERI's oder nur dem centralen Korn desselben entspricht, lässt BOVERI unentschieden. Über Gestaltsveränderungen der Centrosomen während des Verlaufs der Mitose macht BOVERI folgende Angaben. Die Centrosomen sind zur Zeit, wo nur eine Archoplasmakugel im Ei besteht, sehr klein, quellen aber, während das Archoplasma in zwei Kugeln sich spaltet, auf das Vier- bis Sechsfache ihres ursprünglichen Durchmessers auf und erscheinen während der Ausbildung der Spindel als relativ große blasse Kugel mit einem kleinen Korn im Centrum. Wenn der Process der Spindelbildung sich seinem Ende nähert, nehmen sie wieder an Größe ab. Das centrale Korn im BOVERI'schen Centrosoma wurde auch von BRAUER bei Ascaris megalocephala gefunden. VAN BENEDEN unterscheidet den kompakten centralen

sphären und Centrosomen vom Beginn der Spindelfigur bis zur Rückkehr in das Ruhestadium der Tochterkerne aus dem Dispirem bedeutende Veränderungen in Größe und Gestalt erfahren können. Dass übrigens die Centrosomen keineswegs immer rund sind, wurde bereits von Flemming hervorgehoben, bei Leukocyten fand genannter Autor häufig länglich geformte Centrosomen. In neuester Zeit hat Zimmermann in Pigmentzellen von Fischflossen längliche und stabförmige Centrosomen gefunden; die Attraktionssphären zeigten dem entsprechend gleichfalls erhebliche Abweichungen vom gewohnten Schema.

Fragen wir jetzt, wie eigentlich der Bau einer typischen Attraktionssphäre nebst Centrosoma beschaffen ist, so ist zur Zeit eine definitive Antwort nicht gut zu geben, da bei so sorgfältig untersuchten Objekten wie Ascaris megalocephala und Salamandra maculosa gewisse Verschiedenheiten vorzukommen scheinen.

In Übereinstimmung mit Flemming und Hermann habe ich in den verschiedenen Geweben von Salamandra maculosa eben so wie bei vielen anderen von mir untersuchten Vertebraten und Evertebraten stets nur einen relativ einfachen Bau der in Rede stehenden Gebilde gefunden. Das Centrosoma von Salamandra war von einem Strahlenkranz umgeben, der in vielen Fällen nicht bis an das Centrosoma heranreicht, vielmehr einen hellen Hof um letzteres frei lässt, welcher der Zone medullaire van Beneden's entsprechen dürfte; in manchen Fällen treten aber die Strahlen direkt an das Centrosoma an. Von einem centralen Korn im Centrosoma, wie es von Boveri bei Ascaris megalocephala gefunden wurde, eine Beobachtung, die durch die Bestätigung von Seiten Brauer's über jeden Zweifel erhaben ist, habe ich bei meinen Objekten bis jetzt nichts wahrnehmen können, ferner konnte ich niemals im Strahlensystem einen kompakteren centralen Bereich und einen peripher fibrillären, wie es van Beneden bei Ascaris megalocephala beschreibt, erkennen. Im Gegensatz zu meinen Befunden stehen die Angaben von Moore, der bei Sexualzellen von Salamanderlarven, die aus dem Mutterthier herausgeschnitten waren, in der geschlechtlich noch nicht differenzirten Genitalanlage Sphärenbilder gefunden hat, die den von van Beneden bei Ascaris megalocephala beschriebenen direkt zu vergleichen wären. »By whatever means it has been brought into view,

Bereich des Strahlensystems als sphère attractive von den peripheren Fibrillen, in gleicher Weise wird in einer späteren Arbeit von van Beneden und Neyt diese Trennung festgehalten, wozu nach Boveri kein Grund vorliegt, da beide Theile aus der ursprünglich kompakten gleichmäßig körnigen Archoplasmakugel hervorgegangen sind. Die peripheren feinen Fädchen repräsentiren nach Boveri nur die modificirte Rindenschicht dieser Kugel.

there is always presented in this particular phase of celle life one or two central bodies, immediately surrounded by the light zone, ,medullary corpuscule' of van Beneden, across which can be traced a few broad radial bands, putting the central body (or bodies) in connection with a large and pale granulous sphere, the archoplasm, the radiation of whose granules is centred to the ,medullary zone' as a whole, and not directly towards the central body, as in the ,spheres' of van Beneden. The further relation of these constituent parts and the general protoplasmic radiation of the cell are identical with that obtaining in the segmentation spheres of Ascaris. As I have already said, all these parts are never visible at once in any attraction-sphere of Flemming etc.«

In wie weit diese auf Salamandra maculosa bezüglichen abweichenden Angaben auf Konservirungs- und Färbungsverschiedenheiten zurückzuführen sind, muss einstweilen dahingestellt bleiben.

Haben wir so eine große Mannigfaltigkeit in der Größe und Gestalt der Attraktionssphären und Centrosomen bei Mitosen kennen gelernt, darf es uns um so weniger wundern, bei der Amitose noch mehr Besonderheiten zu begegnen.

Bedenkt man, dass in allen Fällen der Amitose die Kerne einen mehr oder weniger auffallenden degenerativen Habitus verrathen, so ist es wohl begreiflich, dass auch die Attraktionssphären und Centrosomen regressive Veränderungen eingegangen sind. Ob aber die Ursache der Amitose durch Veränderungen des Kernes oder durch solche der Attraktionssphären und Centrosomen bedingt ist, kann erst entschieden werden, wenn festgestellt ist, welchen aktiven Antheil Attraktionssphären und Centrosomen bei Kerntheilungsvorgängen nehmen.

Wir haben festgestellt, dass bei den Amitosen der Sexualzellen und auch bei denen der Somazellen von Amphibien eine große Mannigfaltigkeit der Gestalt, Größe, Zahl und Anordnung der Attraktionssphären und eben so der Centrosomen beobachtet wurde.

Ob aber für jede bestimmte Form oder Unterabtheilung der Amitose ein besonderes Verhalten der Attraktionssphäre charakteristisch ist, bleibt zunächst unentschieden; dass eine Theilung der Attraktionssphäre bei der Amitose stattfinden kann, ist nach meinen Präparaten (Fig. 9, 11, 12 *a*, *c*, *f*) sicher; ob sie aber immer stattfinden muss, ist unwahrscheinlich. Man findet zwar häufig bei Amitosen zwei Centrosomen von nur einem gemeinsamen Strahlenkranz umgeben, in solchen Fällen ist es aber keineswegs ausgeschlossen, dass bei einem weiteren Auseinanderrücken der Centrosomen auch noch eine Theilung der Attraktionssphäre stattfinden kann. Bereits früher habe ich diesbezügliche Abbildungen von Kernen von Randzellen (Follikelzellen) aus

dem Hoden von Gryllotalpa gegeben; neben dem einen Kern, der im typischen Ruhestadium war, lagen zwei winzige Centrosomen ohne Spur einer Strahlung; neben dem anderen Kern lagen in einer Einbuchtung, die auf Amitose hindeutete, zwei Centrosomen, welche von einer gemeinsamen deutlichen Strahlung umgeben waren. Niemals habe ich bei dem gleichen Objekte in den Randzellen, die häufig Amitose erkennen ließen, zwei Attraktionssphären auffinden können (34 c). Bei den Amitosen von Sexualzellen des Salamanders und der Tritonen habe ich häufig nur eine aber recht große Sphäre mit Strahlung gesehen; nicht selten fand ich aber auch zwei kleinere Attraktionssphären, die gleichfalls eine deutliche Strahlung erkennen ließen (cf. Tafel VIII).

Bei polymorphen Kernen des Regenerationsfeldes von Salamandra maculosa konnte ich mehrfach eine größere Zahl kleiner Sphären zählen, die in den verschiedenen Einbuchtungen gelegen waren. Man wird daran denken können, dass die größere Zahl von Sphären aus einer großen Sphäre durch Theilung, beziehungsweise Zerfall derselben entstanden ist, ob aber aus einer solchen Anzahl von Sphären sich wieder eine große Sphäre rekonstituiren kann, erscheint mir wenig wahrscheinlich.

Die Frage, ob die Attraktionssphären und Centrosomen bei den Amitosen eine ganz bestimmte Lage in der Zelle einnehmen, ist noch nicht entschieden, ich glaube aber nicht daran. Bei eingebuchteten Kernen findet man diese Gebilde allerdings meistentheils in den Einbuchtungen gelegen, zumal bei einseitig eingebuchteten Kernen, eben so liegen bei Ring- und Lochkernen die Centrosomen und ihr Strahlenkranz recht häufig im Inneren des Ringes oder Loches; ich habe aber häufig genug Ausnahmen von diesem scheinbar regelmäßigen Verhalten feststellen können.

Wenn man die Amitose überhaupt für etwas Degeneratives hält, so erscheint es keineswegs auffallend, dass das Verhalten der Attraktionssphären und Centrosomen keine deutliche Gesetzmäßigkeit zeigt; während in der Mitose die größte Regelmäßigkeit herrscht, ist das, was man Amitose nennt, kein scharf bestimmter Vorgang, und demgemäß sind auch die Befunde so verschiedenartig.

In Betreff näherer Einzelheiten über die Gestalt und die Lageverhältnisse der Attraktionssphären bei Ringkernen des Salamanderhodens verweise ich auf eine jüngst erschienene Arbeit von Meves; ich möchte hier nur daran erinnern, dass ich bereits betont habe, dass Ringkerne zwar sehr gut im Anschluss an eine nicht völlig normal verlaufende Mitose entstehen können, dass aber späterhin die so entstandenen Tochterkerne sich höchst wahrscheinlich nur noch amitotisch theilen werden.

Wenden wir uns jetzt zu einer Besprechung der uns hier näher interessirenden Punkte der Arbeit HEIDENHAIN's. Das HEIDENHAIN'sche Material bezieht sich durchweg auf Leukocyten, Lymphocyten und Megacaryocyten. Untersucht wurden die Leukocyten der Darmwand des Salamanders, die Lymphocyten des Knochenmarks des Kaninchens und besonders die einkernigen Riesenzellen. Für die letzte Arbeit (15d) war das rothe Knochenmark des Kaninchens das wichtigste Untersuchungsobjekt. Nebenher wurden noch andere Gewebsformen studirt, z. B. die Milz vom Kaninchen, die Lymphdrüsen und Darmwand vom Hunde. Ferner zog HEIDENHAIN ältere und neuere Präparate vom Salamander und dessen Larve heran, sowie Gewebe von Proteus, bei welchem die Lymphocyten und Phagocyten der Niere und Leber eine eingehende Beachtung fanden. Die gesammten Untersuchungen dieses Autors beziehen sich somit auf eine einzige Zellgruppe, die man kurz als Leukocyten bezeichnen kann.

In ruhenden Lymphzellen fand HEIDENHAIN der Regel nach zwei Centrosomen, häufig aber noch ein drittes, weniger intensiv gefärbtes Körperchen (Nebenkörperchen). Die beiden Centrosomen sind schon unmittelbar nach ihrer Theilung ungleich groß. Bei den regulären großen sessilen Leukocyten des Knochenmarks fand derselbe Autor an jener Stelle, wo der Regel nach ein oder zwei Centrosomen vermuthet werden konnten, nicht nur zwei oder drei, sondern vier kugelige Körper, zwei nach Art der Centrosomen tief schwarz tingirt, die beiden anderen viel heller. Es finden sich »in der Mitte der Astrosphäre der Leukocyten nicht bloß zwei, drei oder vier färbbare Körperchen, sondern diese treten durch Vermittelung einer andersartigen Substanz zu einem einheitlichen Komplex zusammen, welcher bei seinem zwar wechselnden, aber gesetzmäßigen Aufbau als ein stets, doch in ähnlicher Weise wiederkehrendes Strukturgebilde einfacher Art sich vorstellt. Dieses Gebilde, als ein Ganzes betrachtet, bezeichne ich weiterhin als das Mikrocentrum der Zelle«. Die Centrosomen sollen so entstehen, dass stets eines am anderen durch Knospung hervorgeht. Bei den Riesenzellen kommen die Centrosomen in großer Anzahl vor, die in Gruppen und oft so dicht neben und über einander liegen, dass eine Zählung unmöglich wird. Es wird unterschieden zwischen einer Centralkörper-Hauptgruppe im Endoplasma und Centralkörpernebengruppen in der Innenschicht des Exoplasmas. In Betreff näherer Einzelheiten verweise ich auf die Originalarbeit. Aus seinen Färbungsergebnissen schließt dann HEIDENHAIN p. 656: »dass den Centralkörpern irgend eine im chemischen Sinne specifische Substanz zukommen muss, welche an anderen Orten der Zelle nicht vorhanden ist und dass die Centrosomen

ihrer Materie nach Dinge sui generis sind«. Derselbe Autor giebt dann (p. 637) folgende Charakteristik der Centrosomen: Centralkörper sind scharf umgrenzte solide (durch Eisenhämatoxylin unter Umständen färbbare) Granula von sehr geringer Größe. Sie besitzen die Fähigkeit zu assimiliren, zu wachsen und sich durch Knospung zu vermehren. Sie zeigen in hohem Maße die Neigung Gruppen zu bilden, wobei sie innerhalb der Gruppe durch eine bei Gelegenheit ihrer Vermehrung zwischen ihnen sich ausspinnende Substanz an einander gekettet sind. Sie können entweder für sich allein oder als Gruppe vereinigt die Ursprungspunkte für die Fäden eines centrirten Systems abgeben«. Ob man nun die Centrosomen (mit van Beneden) als Organe der Zelle bezeichnen darf oder nicht, ist von Flemming (9, p. 84) in folgender Weise besprochen worden: »Dass man die Centrosomen nach van Beneden Organe der Zelle nennt, scheint mir nach allem jetzt Vorliegenden zulässig; dass sie »permanente« Organe derselben sind, erscheint gleichfalls möglich, wenn man den Ausdruck nicht ganz streng fasst, sondern berücksichtigt, was ich im vorigen Bericht betont hatte, dass sie physiologische Veränderungen durchmachen können. Es kann aber nach den jetzigen Kenntnissen eben so wenig wie damals sicher behauptet werden, dass sie stets und in allen Zellenarten persistiren und stets und überall gleiche und bestimmte Funktion haben. Das würde an ihrem Titel als Organe der Zelle nichts ändern, denn es giebt ja recht viele Organe, die nur zeitweilig fungiren.« Mit Heidenhain halte ich die Centrosomen für Gebilde, die eine andere chemische Beschaffenheit haben als das Zellplasma, ich möchte sie auch mit van Beneden als Organe der Zelle ansehen, einstweilen allerdings mit der eben citirten Flemmingschen Einschränkung.

In Betreff der Sphäre herrscht unter den Autoren immer noch eine große Meinungsverschiedenheit, die nach meiner Überzeugung einerseits durch das jeweilige Untersuchungsobjekt, andererseits durch die Methode der Konservirung und Färbung hervorgerufen ist. Hier ist es ganz besonders nothwendig, vergleichende Untersuchungen bei möglichst verschiedenen, aber auch besonders günstigen Objekten vorzunehmen, und stets mehrere bewährte Methoden in Anwendung zu bringen.

Nach Heidenhain würde die Astrosphäre sehr wahrscheinlich überhaupt nicht als irgend ein besonderer Körper imponiren, wenn nicht die von dem Centrosoma (oder Mikrocentrum) nach allen Richtungen hin ausstrahlenden, in sich kontinuirlichen Radiärfäden die Gewohnheit hätten, an einer bestimmten Stelle ihres Verlaufes, welche überall die gleiche oder sich entsprechende ist, zu einem Mikrosoma von be-

sonderem Umfang anzuschwellen: Hierdurch wird ein Mikrosomenstratum gebildet, welches in den Fällen der regelmäßigsten Gestaltung die Form einer Kugeloberfläche haben kann (van Beneden'sches Mikrosomenstratum). Wo das Mikrosomenstratum fehlt, kann nach diesem Autor von einer Astrosphäre keine Rede sein. »Die Astrosphäre steht und fällt mit dem van Beneden'schen Mikrosomenstratum.« Ein Mikrosomenstratum sei in den Mitosen der Gewebezellen der Wirbelthiere innerhalb der radiären Strahlen, welche zumal auf den Aster- und Dyasterstadien mit Leichtigkeit zu beobachten sind, von Niemand nachgewiesen worden. »Die van Beneden'sche sphère attractive ist mithin durchaus nicht etwa eine konstante Eigenthümlichkeit der centrirten Systeme, sondern sie erscheint nur als ein ganz specielles vereinzeltes Vorkommen, und auch beim Leukocyten ist sie nur während der Zellenruhe, nicht aber während des Ablaufes der Mitose vorhanden. Wenn van Beneden nicht bloß für den Centralkörper, sondern auch für die Sphäre behauptet, dass sie ein konstantes Organ der Zelle sei, so kann ich dem nicht zustimmen (l. c. p. 639 u. 640).«

Es wird ferner ausgeführt, dass die Astrosphäre, wo sie überhaupt vorkommt, kein besonderes Organ sei; auch Platner, der im reifen Ei von Aulastomum gulo nur das »nackte Centrosoma« gefunden hatte, betrachtet die Sphäre nicht als nothwendige Umhüllung des Centrosoma. Heidenhain meint, dass der Ausdruck Sphäre nur als eine topographische Bezeichnung Geltung haben kann.

»Die Astrosphäre hat keine Selbständigkeit und ist kein Organ mit demselben Titel des Rechts wie der Kern und ist keine konstante Eigenthümlichkeit weder der Zelle, noch auch der centrirten Systeme. Eine Astrosphäre kommt dadurch zu Stande, dass die inneren Enden der Fäden eines centrirten Systems in sekundärer Weise durch das Auftreten eines van Beneden'schen Körnerstratums gegen die übrigen Zellbestandtheile hin abgesetzt werden (l. c. p. 644).«

In einem folgenden Kapitel wird dann von Heidenhain der Archoplasmabegriff diskutirt und ausgeführt, dass das Archoplasma keine Substanz von specifischer Qualität, sondern ein Theil des Cytomitoms ist. Es wird gegen die Auffassung Boveri's Stellung genommen, wonach das Archoplasma eine von den übrigen Zellbestandtheilen verschiedene Substanz repräsentirt.

Bei einer bestimmten Einwirkung der Pikrinessigsäure auf das Ei verquellen nach Boveri alle Bestandtheile der Zellsubstanz: Grundmasse, Fäden, Körnchen und Dotterkörper zu einer homogenen, leicht vacuolisirten, durchsichtigen Masse, in der nur die Struktur der Kerne und des Archoplasmas sich erhält. Heidenhain behauptet dagegen:

man kann auf keine Weise zeigen, dass die von den Centralkörpern ihren Ausgang nehmenden Radiensysteme von der übrigen Zellsubstanz verschieden und unabhängig sind. Vielmehr zeigen mir unter Anwendung schonender Methoden die Leukocyten und Riesenzellen, dass die Radiensysteme mit einem großen, ja vielleicht sehr großen Theile des Zellenprotoplasmas identisch sind. Die geforderte Isolation des Archoplasmas kann überhaupt erst scheinbar, wie wir behaupten, durch die Anwendung eines offenbar so sehr stark »differenten« Mittels erzeugt werden, wie es die Pikrinessigsäure ist: durch diese werden zunächst große Theile der Zelle vollkommen zerstört und es bleibt lediglich derjenige Antheil des Protoplasma übrig, der so wie so ungemein dicht gebaut ist und dem Herzudringen der Reagentien die relativ größten Schwierigkeiten bereiten muss. Wenn aber bewiesen werden soll, dass diese Protoplasmaüberbleibsel eine (qualitativ) specifische Substanz seien, dann darf zur Beweisführung nicht wiederum die Pikrinessigsäure herangezogen werden, durch die es überhaupt erst gelang, jene Masse als etwas scheinbar Besonderes zu isoliren, was doch sonst auf keine Weise möglich ist, wenigstens wenn schonend vorgegangen wird. — Wenn die radiären Systeme während der Mitose eine so große Rolle spielen, so ist das nicht auf eine besondere Qualität der Substanz, sondern nur auf die in ihnen vorliegende besondere Form der morphologischen Anordnung und ihre vielleicht dauernde, vielleicht auch nur vorübergehende, besondere Art der Verknüpfung mit anderen Zellbestandtheilen zurückzuführen.

Aus dem Gesagten ergiebt sich nun von selbst, dass Heidenhain sich im Strahlensystem eine Astrosphäre ohne Centrosoma nicht vorstellen kann. »Fehlt der Ursprungspunkt für die Radiärfäden, fehlt das Centrosoma oder Mikrocentrum, dann ist auch diese Sorte von morphologischer Anordnung unmöglich, ja es kann der Fall überhaupt nicht vorkommen, dass wir Astrosphären finden würden, welche keinen Centralkörper enthalten.« — »Nur auf Grund der eigenthümlichen Anlage des Archoplasmabegriffes konnte Boveri behaupten, dass in der unbefruchteten Eizelle die diesem entsprechende specifische Substanz vorhanden wäre, das Centrosoma aber fehle; dieses sollte erst durch das Spermatozoon in das Ei hineingetragen werden.«

Bekanntlich hatte das Studium desselben Objektes, nämlich Ascaris megalocephala, van Beneden und Boveri zu einer ganz verschiedenen Beurtheilung der Sphäre geführt. Nach van Beneden ist die Sphäre ein morphologisch von dem Zellplasma unterscheidbares Element, welches zwar auf das intimste mit dem Zellplasma in Zusammenhang steht, aber immerhin ein differenzirtes Stück des protoplasmatischen Gerüst-

werkes (du treillis protoplasmique) repräsentirt. Ferner giebt dieser Autor an, dass die Sphäre während der ganzen Entwicklung der Zelle neben dem Kern persistirt und sich in zwei Tochtersphären theilt, von denen je eine zu einer Tochterzelle sich begiebt. Nach BOVERI besteht die Sphäre aus einer Kugel von Körnern; bei dem Auftreten der Strahlungen soll die Masse dieser Körner abnehmen, indem dieselben sich in radiär angeordnete Strahlen umwandeln. Die Substanz, welche die Körner und Strahlen bildet, wird Archoplasma genannt. Während des Äquatorialplattenstadiums soll die Sphäre gegen den Zellkörper nicht scharf abgesetzt sein, dagegen wäre die Sphärensubstanz in Form des Strahlensystems durch fast die ganze Zelle verbreitet. Mit Recht weist ein Schüler VAN BENEDEN'S, VICTOR HERLA, darauf hin, dass das Archoplasma BOVERI's und die Attraktionssphäre BOVERI's zwar während des Ruhezustandes der Zelle, aber nicht während des Äquatorialplattenstadiums gleichbedeutend ist. Nach BOVERI setzt die in Strahlen umgewandelte Sphäre das ganze Strahlensystem, den ganzen Aster zusammen, nach VAN BENEDEN bildet die Attraktionssphäre aber nur den centralen Theil des Strahlensystems und die peripheren Strahlen sind von dem netzigen Zellplasma gebildet. Auf gut gefärbten Präparaten habe ich in Übereinstimmung mit VAN BENEDEN und HERLA bei Mitosen von Ascaris megalocephala bivalens deutlich innerhalb des Strahlensystems eine centrale Zone erkannt, welche als Sphäre im Sinne VAN BENEDEN's gedeutet werden kann. Bei den Mitosen der Urgeschlechtszellen, bei Thieren vor der geschlechtlichen Differenzirung, eben so bei den Mitosen der Urei- und Ursamenzellen, konnte ich dagegen einen morphologisch unterscheidbaren Körper im Strahlensystem bis jetzt nicht finden. Besonders schön erkennt man die aus Körnern bestehende Sphäre während der Ruhe des männlichen und weiblichen Pronucleus.

Zuerst sieht man zwischen diesen beiden Kernen nur eine große scharf tingirte, aus Körnern bestehende Kugel liegen, dann gewahrt man zwischen beiden sich nahe anliegenden Kernen in je einer Einbuchtung eine Sphäre ohne Strahlung. Die Kerne wandern dann beide nach der Peripherie und jeder derselben tritt für sich in die Prophase der Mitose ein. An den Sphären wird die Strahlung sichtbar, der centrale Theil wird kleiner, die Strahlen länger und die Chromosomen beider Kerne treten in einer gemeinsamen Spindelfigur zusammen, in welcher häufig die männlichen und weiblichen Schleifen deutlich getrennt bleiben; je mehr die Spindel sich jetzt von der Peripherie her dem Eicentrum nähert, wächst auch die Strahlung heran, so dass schließlich thatsächlich das ganze Ei von den beiden Strahlungen der

Spindelpole eingenommen wird. Bei der gewöhnlichen Mitose der ersten Furchungsspindel sah ich bei Ascaris megalocephala bivalens dann immer noch deutlich den von E. van Beneden als Attraktionssphäre gedeuteten Körper in dem centralen Theil jedes Strahlensystems liegen, der allerdings wesentlich kleiner war als zu Beginn der Mitose.

Für Ascaris megalocephala muss ich folglich angeben, dass die Sphäre im Sinne van Beneden's sowohl während der Ruhe, als auch während der Mitose als ein vom übrigen Zellplasma leidlich scharf abgesetzter Körper wahrgenommen werden kann, aber keineswegs bei sämmtlichen Mitosen deutlich innerhalb der Strahlung sichtbar ist.

Bei den Amphibien: Salamandra mac., Triton, Rana, Bufo vulgaris ist bei den ruhenden Sexualzellen eine Sphäre vielfach außerordentlich scharf als ein mit einer dicken Membran versehener Körper, der ein oder zwei Centrosomen in seinem Inneren birgt, wahrnehmbar (vgl. Fig. 39 u. 41). Bei den Mitosen sowohl der Sexualzellen als Somazellen ist dagegen nur in seltenen Fällen innerhalb der Strahlung eine centrale dunkler tingirte, das Centrosom umgebende Zone bemerkbar, die eventuell als Sphäre im Sinne van Beneden's gedeutet werden kann. Also auch bei Amphibien kann die Sphäre als ein oft scharf abgesetzter Körper erkannt werden, es ist aber eben so wenig bei letzteren wie bei Ascaris als Regel zu betrachten.

Ganz ähnliche Verhältnisse wie bei Ascaris megalocephala fand ich, was den Bau der Sphären angeht, bei Seeigeln, von denen ich besonders die Befruchtung und Furchung der Eier von Echinus microtuberculatus am lebenden wie konservirten Material studirte.

Auf die in letzter Zeit viel umstrittene Frage, ob nur der Spermakern oder nur der Eikern oder beide Pronuclei oder keiner von beiden Centrosomen hat, will ich hier nicht näher eingehen und nur bemerken, dass kurze Zeit nach dem Eindringen des Spermatozoons (bei künstlicher Befruchtung), wenn der Spermakern noch weit von dem excentrisch gelegenen Eikern entfernt ist, auf meinen Präparaten der Spermakern zwei Centrosomen zeigte. Wenn ein zweiter Spermakern (Polyspermie) in das Ei eingedrungen war, zeigte dieser überzählige Spermakern zwei deutliche, einander gegenüberliegende Strahlungen mit Centrosomen. Schwieriger liegen die Verhältnisse beim Eikern; nur auf einigen Präparaten sah ich neben demselben und zwar auf der dem Spermakern abgewendeten Seite zwei winzige durch einen blassen Faden (Linin?) verbundene Körper, die als Centrosomen gedeutet werden können. Die Möglichkeit einer doppelten Befruchtung war bei diesen Präparaten nicht völlig ausgeschlossen. Die erste Furchungsspindel erscheint stets excentrisch; sie steht zuerst schräg

und begiebt sich dann erst nach dem Eicentrum, wobei wichtige Veränderungen an der Sphäre vor sich gehen, die ich mit Anwendung verschiedener Konservirungs- und Färbungsmittel beim konservirten wie beim lebenden Objekte studirte. Bei einer Konservirung mit meinem Gemisch von Pikrinessig-Platinchloridosmiumsäure sah ich auf Schnitten, sowohl bei gefärbten Präparaten als solchen, die mit Holzessig und Methylalkohol ohne Farbe nachbehandelt waren, genau die gleichen Sphärenbilder. Eine Färbung mit Safranin, Hämatoxylin und Orange ist besonders empfehlenswerth. Um das dunkel tingirte Centrosoma bemerkte ich niemals einen hellen Hof, vielmehr traten die Sphärenstrahlen direkt an das Centrosoma an. Bei einer Behandlung mit Pikrinessigsublimat (cf. p. 3) war dagegen stets ein scheinbarer heller Hof bemerkbar, der allerdings auch gefärbt war, aber die Farbstoffe weniger energisch angenommen hatte. Man kann übrigens hier darüber streiten, ob man ein großes Centrosoma mit Centralkorn oder ein winziges Centrosoma mit gefärbtem hellen Hof vor sich hat. Ich gedenke demnächst auf die gesammte Streitfrage zurückzukommen.

Innerhalb des Strahlensystems, welches das Centrosom umgiebt, erkannte ich zu allen Zeiten eine centrale dichtere Zone mit strahlenförmiger Anordnung und eine periphere lockere Abtheilung von Strahlen, die aus der kompakten Zone herausgingen. Zu Beginn der Mitose ist die centrale Zone ungleich voluminöser, als zur Zeit des Äquatorialplattenstadiums, indem die Strahlen der peripheren Zone auf Kosten der centralen wachsen. Wenn nun die Spindelfigur, die bei Beginn der ersten Furchung zuerst excentrisch und schräg lag (bei den ferneren Furchungen haben wir genau dieselben Lageveränderungen der Spindel, wie Metamorphosen der Sphäre selbst), sich genau in das Eicentrum eingestellt hat, ist die centrale Zone relativ klein geworden, während die Strahlen bis an die Zellmembran reichen; im Äquator überkreuzen sich die Polstrahlungen wie bei Ascaris. Ich glaube nun, auf Grund meiner Beobachtungen am lebenden Objekte, dass die gesammte Strahlung nicht nur aus eigentlicher Sphärensubstanz besteht, sondern dass auch das gewöhnliche Zellplasma an dieser Strahlung Theil genommen hat, so dass Sphärenstrahlen und gewöhnliche Plasmastrahlen direkt in einander übergehen.

Bei der Zellruhe sind allerdings die gewöhnlichen Plasmastrahlen nicht deutlich als solche kenntlich, während ich Sphärenstrahlungen auch bei Furchungszellen mit völlig ruhenden Kernen deutlich neben den Kernen erkennen konnte; eben so sah ich in den Blastomeren gleich bei Beginn der Mitosen beim ersten Spirem innerhalb der Sphären, die einander gegenüber lagen, deutliche Centrosomen. So-

wohl bei Ascaris als bei Echinus microtuberculatus habe ich die Überzeugung gewonnen, dass das Strahlensystem für die Zelltheilung mechanisch von größerer Wichtigkeit ist, als bisher angenommen wurde, und bei einer neuen Durchsicht meiner Amphibienpräparate fand ich, dass auch bei Salamandra, Triton u. a. die Strahlen bei der Mitose viel länger sind, als ich es früher gedacht hatte. Bei der Amitose ist das Strahlensystem dagegen bei den oft sehr deutlich hervortretenden Sphären oft recht rudimentär, und es ist wohl möglich und sogar wahrscheinlich, dass dies der Grund ist, wesshalb, wenigstens nach meinen Präparaten, so selten auf die amitotische Kerntheilung Zelltheilung folgt.

Beiläufig möchte ich noch erwähnen, dass unter den völlig normalen Eiern von Echinus auch viele mit Abnormitäten auftreten; Polyspermie ist recht häufig.

Über die Sphären bei Drüsenzellen habe ich bereits im ersten Theile meiner Arbeit berichtet; hier erschienen dieselben als scharf umschriebene, dunkel tingirte Kugeln, die mehrere Körner (Centrosomen) enthalten können (vgl. Fig. 1 bis 10).

Auch über Leukocyten, Lymphocyten und Riesenzellen bei verschiedenen Vertretern der Mammalia, Aves, Reptilia und Amphibia habe ich eingehende Studien angestellt und einerseits den Kerntheilungsvorgängen, andererseits dem Verhalten der Sphären und Centrosomen bei ruhenden und sich amitotisch theilenden Zellen beziehungsweise Kernen besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Besonders wichtige Präparate stellte ich von den verschiedensten Gewebezellen der Larven von Salamandra und Triton her, indem die in toto konservirten und gefärbten Thiere zerzupft und feinere Membranen aus den verschiedensten Körpergegenden (Bauchfell, Bindegewebe) in Kanadabalsam eingeschlossen wurden. Die Konservirung erfolgte bei den Amphibien mit meiner oben erwähnten Mischung von Pikrinessig- mit Platinchloridosmiumsäure und Nachfärbung mit Safranin und Delafield-schem Hämatoxylin oder durch Nachbehandlung mit unreinem Holzessig und Hämatoxylinfärbung. Die auf Warmblüter bezüglichen Präparate (Milz und Knochenmark des jungen Hundes, der Maus, des Kaninchens, Meerschweinchens u. a.) hatte ich bereits vor längerer Zeit durch Konservirung mit Pikrinessigosmiumsäure und Hämatoxylinfärbung angefertigt und eine Reihe instruktiver Abbildungen entworfen. Ich sah von einer Publikation meiner Befunde ab, da meine einfachen Zeichnungen von den brillanten Bildern der mittlerweile erschienenen Heidenhain'schen Arbeit bei Weitem übertroffen wurden. Wenn ich trotzdem einige meiner alten Zeichnungen hier beigefügt habe, so geschieht es einestheils weil diese Figuren für die Kerntheilungsvor-

gänge und zumal die Amitose (siehe oben) von Wichtigkeit sind, anderntheils weil sie beweisen, dass man auch mit einer überaus einfachen und von der HEIDENHAIN'schen Methode principiell verschiedenen Behandlungsweise ziemlich ähnliche Resultate erzielen kann. Selbstverständlich gebe ich gern zu, dass die HEIDENHAIN'sche Methode für diesen und viele andere Zwecke, zumal aber für das Studium des Zellplasmas allen anderen bis jetzt bekannten Verfahren entschieden überlegen ist. Fig. 12 bezieht sich auf Leukocyten der Milz eines jungen Hundes. Von demselben Individuum habe ich auch das Knochenmark untersucht und so ähnliche Bilder vor Augen gehabt wie bei der Milz, dass ich von einer Wiedergabe meiner diesbezüglichen Zeichnungen abgesehen habe.

Alle übrigen auf Leukocyten bezüglichen Abbildungen stammen aus dem Bindegewebe oder Bauchfell von Larven von Salamandra maculosa oder Triton palmatus. Wenn es nun auch nicht absolut sicher ist, dass alle Figuren 13—27 wirklich Leukocyten darstellen, so ist es mir doch im höchsten Grade wahrscheinlich, bei den meisten sicher. Wie ich übrigens bereits früher angab (2) sah ich mehrfach in einer Zelle mehr wie zwei Centrosomen, hin und wieder deren vier. Bei den nicht selten auftretenden multipolaren Mitosen kann die Zahl der Centrosomen eine recht große sein, wie beispielsweise aus Fig. 12*a* hervorgeht. Gruppen von Centrosomen, wie sie HEIDENHAIN abgebildet hat (Haupt- und Nebengruppen von Centralkörpern), sind mir zwar auch hin und wieder begegnet, doch habe ich damals nicht an das Vorkommen einer so hervorragenden Zahl von Centrosomen gedacht und in Fällen, in welchen derartige oder ähnliche Körnerhaufen auftraten, habe ich den Verdacht, es möge sich um Kunstprodukte handeln, die durch Behandlung mit Osmiumgemischen hervorgerufen sein könnten, nicht ausschließen wollen. Ich habe übrigens bei genauerer Anwendung der HEIDENHAIN'schen Vorschrift bei manchen in letzter Zeit untersuchten Objekten, so beispielsweise bei den eben befruchteten Eiern von Seeigeln, z. B. Echinus microtuberculatus, häufig im Dotter dunkel tingirte Körner gesehen, welche Centrosomen zum verwechseln ähnlich waren, es ist somit auch bei dieser Methode eine Täuschung möglich. In Betreff der multipolaren Mitosen möchte ich hier noch bemerken, dass ich dieselben auch recht häufig in völlig normalen anderen Geweben, z. B. im Hoden von Vertebraten (Salamandra, Triton) und Evertebraten (Astacus) antraf; eben so aber überaus häufig bei den Furchungsstadien der Eier von Seeigeln und Ascaris megalocephala zwischen völlig normalen Eiern normaler Thiere. Ich habe hier eine solche Abbildung aus dem Hoden eines normalen Astacus gegeben (Fig. 31). Ich glaube, dass von den multipolaren Mitosen, bei welchen

gar nicht einmal immer sämmtliche Phasen der Karyokinese durchgemacht werden und auf welche auch im günstigsten Falle gar keine Zelltheilung folgt, sehr viele einem mehr oder weniger schnell eintretenden Untergang geweiht sind.

Auf Grund meiner vergleichenden Untersuchungen über die Sphäre bei Drüsenzellen (Anilocrakopf, Leber von Porcellio), Leukocyten, Lymphocyten, Riesenzellen bei den verschiedensten Evertebraten, sowie meiner Studien über die Sexualzellen von Echinus microtuberculatus, Astacus, Ascaris megalocephala, Salamandra maculosa, Triton palmatus, Bufo vulgaris, Rana esculenta und Rana fusca, sowie vieler anderer Vertebraten und Evertebraten kann ich nach dem eben Gesagten weder der Heidenhain'schen noch der Boveri'schen Auffassung über die Natur der Sphäre beipflichten, vielmehr habe ich mir eine Ansicht gebildet, welche der von Ed. van Beneden näher steht. Ob die Sphärensubstanz von dem Zellplasma chemisch verschieden ist, lasse ich dahingestellt sein. Mir scheint die Sphäre nur ein modificirter Theil des Zellplasmas zu sein, der sich durch eine größere Dichtigkeit auszeichnet, aber mit dem übrigen Zellplasma in direktem Zusammenhang und intimster Beziehung steht. Die Abgrenzung der Sphärensubstanz gegen das Zellplasma kann in gewissen Fällen eine deutliche sein, so dass man beim konservirten Material die Sphäre als einen im Zellplasma liegenden distinkten Körper wahrnimmt, z. B. Drüsenzellen des Kopfes von Anilocra, Leberzellen von Porcellio, ferner bei runden und manchen polymorphen Kernen der Sexualzellen von Amphibien (Fig. 40), während in anderen Fällen eine solche scharfe Abgrenzung zwischen Zellplasma und Sphärensubstanz nicht nachweisbar ist, z. B. bei vielen Leukocyten, Lymphocyten und Riesenzellen von Warmblütern. Das Strahlensystem im Äquatorialplattenstadium (Aster) und Dyasterstadium der Mitose besteht vielfach (immer?) nicht nur aus Sphärensubstanz sondern auch aus radiär auf die Sphäre centrirtem Zellplasma (Plasmastrahlen) und gehen die Sphärenstrahlen und Zellplasmaradien oft ohne sichtbare Grenze unmerklich in einander über. Ist das Zellplasma feinkörnig oder finden sich Einschlüsse im Zellplasma, so kann bei der Mitose die Strahlung des Zellplasmas überaus deutlich sein und die gesammte Zelle einnehmen.

In Betreff einer Kontinuität von Plasmastrahlen und Sphärenstrahlen stimme ich im Wesentlichen einer Heidenhain'schen Auffassung bei. Dieser Autor fand, dass bei Leukocyten ein Theil der Fäden des Fadengerüstes des Zellkörpers auch außerhalb der Zelltheilung (Zellruhe) mit den Sphärenstrahlen in Kontinuität steht und mit ihnen ein einheitliches Radiensystem bildet. Die zur Sphäre centrirten, radiär angeordneten

Fila werden als organische Radien der Zelle bezeichnet. Eine zur Sphäre koncentrische Anordnung im Zellenleib wird durch eine koncentrische Vertheilung der Mikrosomen der organischen Radien erklärt. Wie ein Blick auf meine Abbildungen (Fig. 24, 25, 28, 29, 30, 32, 35, 38) lehrt, habe ich ganz ähnliche Bilder bei Leukocyten und Sexualzellen von Amphibien vor Augen gehabt, und ist in den eben erwähnten Abbildungen stets ein deutliches Mikrosomenstratum zu erkennen. Man wird auch die in Fig. 12—20 um die Centrosomen gezeichneten Kreise als solche Mikrosomenstrata auffassen dürfen und ist das innerhalb der Kreise gelegene Plasma stets dunkler tingirt als das außerhalb dieser Kreise befindliche Zellplasma. Man kann den durch den Kreis abgegrenzten Plasmatheil unbedenklich als Sphäre bezeichnen. Eine von den Sphären ausgehende Strahlung wurde in Fig. 21, 23, 24, 25 abgebildet. Auch sind mir bei einigen Präparaten zwei Mikrosomenstrata zur Anschauung gekommen, z. B. Fig. 28, 32, 35, 38. Selbstverständlich kommen solche Bilder, welche, wie Fig. 32, deutlich das gesammte Strahlensystem zeigen, nur bei solchen Präparaten vor, die mit einer Flüssigkeit konservirt wurden, welche das Plasma des Zellleibes nicht zu sehr alterirt; ich habe solche Bilder bei Konservirung mit meinen Mischungen nur dann gesehen, wenn ich die Pikrinessig-Platinchloridosmiumsäure stark mit Pikrinsäure verdünnte. Bei allen Konservirungsflüssigkeiten, welche viel Essigsäure enthalten, kommen dagegen Bilder, welche die feinere Struktur des Zellplasmas erkennen lassen, nicht vor, da das gesammte Plasma zu einer fast homogen erscheinenden Masse verquillt.

Beiläufig erwähne ich hier noch, dass nach Moore (19) in einer neuen Arbeit über die Spermatosomenbildung bei Säugethieren angeführt wird, dass in den Spermatocyten der Ratte die Centrosomen außer der Theilung außerhalb der Sphäre (Archoplasma) gefunden wurden. Dieser Befund steht mit der Heidenhain'schen Auffassung über die Sphäre in schroffem Widerspruch.

Über die Lage der Sphäre und Centrosomen im Zellplasma habe ich meinen früheren Angaben nicht viel hinzuzufügen. In allen von mir beobachteten Fällen sowohl bei Sexualzellen als bei Somazellen (auch bei Leukocyten) kann von einer gesetzmäßigen Lage dieser Gebilde in Beziehung zum Kern gar keine Rede sein; dies ist auch von Heidenhain für seine Objekte (Leukocyten, Lymphocyten, Riesenzellen) ausgesprochen worden. Wohl giebt es gewisse Lagerungsverhältnisse der Sphären, welche bei bestimmten Kernformen mit einiger Regelmäßigkeit gefunden werden und es ist keineswegs ausgeschlossen, dass die Sphären bei bestimmten Formen der Amitose auch einen ak-

tiven Einfluss auf die Kerntheilung ausüben können. Ob sich die Sphäre bei der Amitose theilt oder nicht, ist weder mit ja noch mit nein zu beantworten. Früher hatte FLEMMING bei der Beschreibung der Leukocyten des Salamanders sich dahin ausgesprochen, dass bei der Fragmentirung dieser Zellkerne eine Theilung der Sphäre nicht erfolgt, weil sich vielfach in Zellen mit abgeschnürten Kernen, deren Habitus zeigte, dass die Abschnürung erst kürzlich geschehen war, ganz sicher nur eine Sphäre fand und dasselbe auch in Zellen mit sehr langen abgeschnürten Kernbrücken stets der Fall war (in diesen Fällen liegt die Sphäre in auffälliger Weise in der Nähe der Abschnürungsstelle). Es hat dann HEIDENHAIN in zwei unter sehr vielen Fällen in einem zweikernigen Leukocyten doppelte Sphären mit dazwischen gelagerter Spindel gesehen. FLEMMING und HEIDENHAIN stimmen darin überein, dass eine Verdoppelung der Sphäre und ihres Centralkörpers bei einer Fragmentirung des Kernes zum wenigsten bei den Leukocyten nicht mitspielt. FLEMMING betont aber ausdrücklich, dass bei einer auf die Amitose erfolgenden Zelltheilung selbstverständlich eine Theilung der Sphäre vorausgesetzt werden müsse. Ich habe das Vorkommen von zwei und mehr Sphären in einer Zelle bei meinen Objekten schon in meiner früheren Arbeit hervorgehoben; bei zweikernigen Zellen ist das Vorkommen von zwei Sphären keine Seltenheit. Auf jeden Fall erfolgt bei der Amitose auf eine Sphärentheilung keineswegs unbedingt auch eine Zelltheilung. Mir scheinen überhaupt solche Zelltheilungen bei der Amitose viel seltener zu sein, als es angegeben wird. Eine mit einer Kerneinschnürung Hand in Hand gehende Zelleinschnürung braucht eben so wenig zu einer Zelltheilung zu führen, wie eine Kerneinschnürung zu einer Kerndurchschnürung. In Betreff der Ringkerne (siehe p. 46) möchte ich hier bemerken, dass die Sphäre nicht immer dem Loch gegenüber, sondern auch, wie bereits in meinem früheren Aufsatze angegeben wurde, häufig in der Öffnung des Ringes selber liegt. Wenn daher HEIDENHAIN vermuthet, dass man bei einer Untersuchung einer größeren Anzahl Zellen mit ringförmigen Kernen höchst wahrscheinlich finden würde, dass die Sphäre auch unter Umständen in der Öffnung des Ringes selber liegen könne, so habe ich bereits vorher die Thatsache dieser Lagerungsverhältnisse der Sphäre bei Sexualzellen und Somazellen konstatiren können. HEIDENHAIN erwähnt ferner, dass er neben Kernen mit polymorphem und vieltheiligem Kern auch in großer Menge solche mit kugeligem Kern und gut gefärbter Sphäre zu Gesicht bekam und es auffallend war, dass die Sphäre in der ungeheueren Mehrzahl der Fälle direkt der Kernoberfläche anliegt und dabei sehr oft die Kernmembran um ein Geringes

eindrückt, so dass eine kleine Delle entsteht. Dieser Autor weist übrigens auch darauf hin, dass schon FLEMMING die Bemerkung gemacht habe, dass nicht immer die Sphäre in der Nähe des Kernes und an den typischen Orten zu finden ist.

In Bezug auf eine Unregelmäßigkeit der Lage der Sphären dem Kern gegenüber, stehen daher meine Befunde mit denen von HEIDENHAIN und FLEMMING in bestem Einklang.

Über das Verhalten der Centrosomen während der Ruhe der Kerne.

Über das Verhalten der Centrosomen während der Ruhe der Kerne habe ich mich früher folgendermaßen ausgesprochen: Während der größte Theil der Autoren die Auffassung vertritt, dass die Centrosomen nach Beendigung einer Mitose im Zellplasma verbleiben und somit keine eigentlichen Kernbestandtheile sind, hat bekanntlich O. HERTWIG die Ansicht geäußert, »dass die Centralkörperchen für gewöhnlich Bestandtheile des ruhenden Kernes selbst sind, indem sie nach der Theilung in seinen Inhalt eintreten und bei der Vorbereitung zur Theilung in das Protoplasma wieder austreten. Das oder die Centralkörperchen verblieben nur in ganz bestimmten Fällen, während der Kernruhe im Zellplasma und stellten gewissermaßen einen Nebenkern neben dem Hauptkern dar«.

Zu Gunsten dieser Auffassung spricht eine interessante Beobachtung von BRAUER (17), dem es beim Studium der Spermatogenese von Ascaris megalocephala gelang, nicht nur das Centrosoma im ruhenden Kern nachzuweisen, sondern auch die Theilung des Centrosomas im Kerne und den Austritt der beiden Tochtercentrosomen aus dem Kern in das Zellplasma festzustellen. Nach BRAUER hat »der bisher stark betonte Gegensatz zwischen Centrosom und Kern keine Berechtigung mehr«.

Wenn ich nun auch an der Richtigkeit der BRAUER'schen Beobachtungen nicht zweifle, so möchte ich doch auf diesen einzelnen Befund hin die Streitfrage keineswegs als endgültig entschieden ansehen.

Dass in vielen Fällen die Centrosomen auch während der Ruhe der Kerne im Zellplasma verbleiben und nicht in den Kern eintreten, darf als sicher gelten, und ist ja auch von O. HERTWIG für besondere Fälle zugegeben worden. Es liegt nicht in meiner Absicht alle derartigen von den Autoren in neuester Zeit beobachteten Beispiele hier anzuführen, ich möchte nur einige eigene Befunde in Kürze mittheilen, welche meine Bedenken rechtfertigen.

In Übereinstimmung mit FLEMMING sah ich häufig bei Leukocyten

des Feuersalamanders und der Tritonen, eben so aber auch bei fixen Zellen der Epithelien und Endothelien derselben Thiere neben dem ruhenden bläschenförmigen Kern ein oder zwei unverkennbare Centrosomen.

Die Lage dieser Centrosomen ist eine wechselnde; ich fand sie beispielsweise bei länglichen Zellkernen aus der Haut von Salamandra- und Tritonlarven recht häufig an einer Spitze des Kernes, hin und wieder aber auch an einer Längsseite. In einigen Fällen konnte ich nur ein einziges meist größeres Centrosom auffinden, meistens aber erkannte ich deren zwei, die vermuthlich durch Theilung des einen größeren entstanden waren.

Ganz ähnliche Verhältnisse wie bei Somazellen konnte ich bei Sexualzellen konstatiren. Nicht selten fand ich bei Ursamenzellen und indifferenten Keimzellen von Amphibien (Salamandra, Triton, Rana) neben dem völlig ruhenden bläschenförmigen Kern einen größeren oder zwei kleinere kugelige Körper, die man als Sphären deuten kann. Ein dunkles Korn innerhalb dieser Kugeln, welches in einigen allerdings seltenen Fällen wahrgenommen werden konnte, dürfte ein Centrosoma darstellen. Bei meinen Objekten erfolgt also auf jeden Fall die Theilung der Sphäre und des Centrosomas nicht im Kern, wie es Brauer für Ascaris megalocephala angiebt, sondern im Zellplasma außerhalb des Kernes.

Meine Beobachtungen an Sexualzellen bei Evertebraten haben genau das gleiche Resultat ergeben.

Auf Schnittserien durch den Hoden von Astacus sind mir vielfach Ursamenzellen und Samenmutterzellen zur Anschauung gekommen, in welchen neben dem völlig ruhenden runden und in jeder Beziehung normalen Kern eine oder zwei Kugeln, die manchmal eine Verbindung erkennen ließen, gelegen waren. Diese Kugeln wird man als Sphären oder Nebenkerne deuten dürfen. Von besonderem Interesse aber ist der Umstand, dass ich in vielen Fällen im frisch zerzupften Astacushoden dieselben Körper neben dem Kerne erkennen konnte, wenn das Licht abgeblendet wurde.

Bei einer flüchtigen Färbung von frischen Hodenstückchen mit Methylenblau tingirt sich das Zellplasma sehr schnell und intensiv, und dann fallen die nicht gefärbten in der Einzahl oder Zweizahl vorkommenden Körper sehr deutlich auf.

Ich glaube, dass nach den angeführten Beispielen ein Eintreten der Centrosomen nach der Mitose in den Kern und ein Austreten der innerhalb des Kernes getheilten Centrosomen in das Zellplasma bei Beginn einer neuen Mitose sicherlich nicht als allgemein gültige Regel

angesehen werden darf, da ein solches Verhalten nicht einmal für alle Sexualzellen zutrifft.

Gesetzt aber den Fall, dass bei Sexualzellen, die sich bekanntlich häufig recht schnell hinter einander theilen, die Centrosomen nach der Mitose regelmäßig wieder in den Kern zurücktreten würden, so dürfte man ein solches Verhalten bei Somazellen, bei welchen auf jede Mitose gewöhnlich ein längeres Ruhestadium des Kernes folgt, mit um so größerer Wahrscheinlichkeit erwarten.

Wie ich aber bereits oben betonte, trifft dies bei Leukocyten und fixen Gewebszellen des Salamanders und anderer Amphibien keineswegs zu, wenigstens nicht in allen Fällen. Bei Amitosen sind die in Rede stehenden Verhältnisse besonders schwer nachzuweisen, man kann auch ruhenden Kernen keineswegs stets mit Sicherheit ansehen, ob sie sich fernerhin mitotisch oder amitotisch theilen werden, nach meinen Präparaten aber ist es so gut wie ausgeschlossen, dass nach einer Amitose die Centrosomen in die Tochterkerne eintreten. Die Frage von der Herkunft der Centrosomen und ihr Verhalten während des Ruhezustandes des Kernes bedarf nach der vorstehenden Auseinandersetzung noch eingehender vergleichender Studien.

Seit dieser Zeit ist die definitive Arbeit von Brauer erschienen und der in Rede stehende Befund eingehend diskutirt worden; so viel ich weiß ist aber bis jetzt bei Thieren kein anderes Beispiel dafür bekannt geworden, dass die Centrosomen während der Zellruhe im Kerne liegen und bei dem Beginn der Mitose aus demselben in das Zellplasma austreten.

Da nun die Frage von der Herkunft der Centrosomen und ihr Verbleiben während der Zellruhe in neuester Zeit bei der Wichtigkeit dieser Streitfrage zumal für die Theorien der Befruchtung schon vielfach diskutirt wurde, z. B. von Waldeyer (Antrittsrede beim Kongress der Anat. Gesellsch. Göttingen 1893), von Flemming (Referat über die Zelle, Wiesbaden 1894), will ich meinerseits von einer neuen Besprechung absehen. Mir scheint es, dass man einstweilen nicht berechtigt ist, auf diesen wenigstens bei Thieren alleinstehenden Befund hin, allgemeine Schlüsse zu ziehen, zumal demselben so viele entgegengesetzte gegenüber stehen. Ich selbst habe Sphären und Centrosomen bei den Sexualzellen von Salamandra maculosa und Triton palmatus zu allen Zeiten der Entwicklungsphasen bei den völlig ruhenden Zellen neben den Kernen im Zellplasma gesehen, eben so bei vielen Drüsenzellen, bei Leukocyten und stets bei amitotischen Theilungen, ferner bei den völlig ruhenden Furchungszellen von Ascaris megalocephala und Echinus microtuberculatus.

Eine Beziehung der Centrosomen zur Nucleolarsubstanz[1] halte ich für völlig ausgeschlossen, um so mehr, als ich häufig sowohl bei Gryllotalpa, bei Salamandra maculosa u. a. in den Hodenzellen, im Spiremstadium, wenn die Centrosomen deutlich außerhalb der Kerne zu erkennen waren, noch zwei Nucleolen im Kern habe erkennen können; dieselben lassen sich bei guter Färbung auch im späteren Spiremstadium noch nachweisen, ich sah sie häufig bei Ei- und Samenzellen noch dann, wenn die bekannten Vierergruppen vor den beiden letzten Theilungen (Reifungstheilungen) bereits gebildet waren.

Heidenhain sprach sich über die Herkunft der Centrosomen folgendermaßen aus: Wir wissen jetzt zwar ganz genau, dass bei einer Reihe von Zellformen die Centralkörper dauernd ihre Lage im Protoplasma haben, allein sie könnten ja auch während der Ontogenese der betreffenden Zellenspecies aus dem Kern herausgetreten sein, um für die Zukunft im Protoplasma stationär zu werden. Wenn nun aber auch auf die Erörterung der Frage, wo denn die Centrosomen bei Gelegenheit der Mitose zuerst aufzutreten pflegen, nach manchen Richtungen hin Gewicht zu legen ist, so muss ich doch betonen, dass mit Bezug auf das ursprüngliche Heimatsrecht der Centralkörper hierbei nichts herauskommen wird. Denn setzen wir selbst den Fall, dass man die Centrosomen bei Beginn der frühesten mitotischen Veränderungen der Regel nach im Kern selbst treffen würde, was ja immerhin möglich ist, so könnte sich die Sache doch noch so verhalten, dass diese Lage im Laufe der Phylogenese sekundär erworben wurde, denn seitdem bei den Einzelligen die indirekte Theilung als eine neue Errungenschaft erworben wurde, sind geradezu ungeheuere Zeiträume verstrichen und die ursprünglichen Verhältnisse könnten sich mithin von Grund aus verändert haben. Daher sind auch für die Heimatfrage jene schönen Entdeckungen Brauer's nicht zu verwerthen, durch welche wir in den

[1] V. Wasielewski (Die Keimzone in den Genitalschläuchen von Ascaris megalocephala, Archiv f. mikr. Anat. Bd. XLI, 1893) glaubt bei seinen Studien über die Sexualzellen der Keimzone von Ascaris megalocephala, bei den Theilungsvorgängen zwischen Nucleolen und Centrosomen, wenn nicht eine Identität beider Gebilde, so doch einen Zusammenhang zwischen beiden, festgestellt zu haben. Ferner behauptet der Botaniker G. Karsten (Die Beziehungen der Nucleolen zu den Centrosomen bei Psilotum triquetrum. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch.), dass bei den Mitosen des sporogenen Gewebes von Psilotum triquetrum die Centrosomen aus dem Kern entstehen und sich von den zwei Nucleolen herleiten. Die beiden Nucleolen sollen nach dem Schwinden der Kernmembran aus dem Kern herausrücken und zu Centrosomen werden, um dann nach der Mitose wieder von den beiden Tochterkernen aufgenommen zu werden.

Besitz der Kenntnis kamen, dass bei Ascaris megalocephala univalens während der Spermatogenese die Centrosomen zeitweilig im Kern eingeschlossen gefunden werden. BRAUER freilich wehrt sich dagegen, dass diese Lagerung im Kernraum nur eine vorübergehende, zeitweilige, durch äußere Ursachen bedingte sein könnte, und er mag ja vielleicht auch Recht haben: allein seine Argumentation ist eine irrige. Hören wir den Autor selbst: »Wo man bisher das Centrosoma außerhalb des Kernes gefunden hat, ist es stets von einer Strahlung, beziehungsweise Archoplasma bekleidet gewesen; dagegen in allen Fällen, wo man das Centrosoma wohl während und kurz vor der Theilung, aber nicht in der Zwischenzeit zwischen zwei Theilungen außerhalb des Kernes gefunden hat, hat man keine Strahlung beobachtet, und desshalb halte ich den Schluss für berechtigt, dass, weil die letztere fehlte, auch das Centrosoma im Protoplasma fehlte.« Diese Art zu schließen ist ganz unmöglich aus dem einfachen Grunde, weil es unter allen Umständen leichter ist die Centrosomen zu färben als die Strahlungen sichtbar zu machen. Sehr oft sieht man die Centrosomen in den Zellen, während man von den radiären Systemen nichts erkennen kann, daher ist es nicht erlaubt zu folgern, dass, weil man die Strahlungen nicht fand, auch kein Centrosom im Protoplasma vorhanden sein konnte.

Gegen die Argumente, welche O. HERTWIG zu Gunsten der Zugehörigkeit der Centrosomen geltend macht, erhebt HEIDENHAIN folgende schwerwiegende Bedenken:

Erstens führt HERTWIG an, dass man in der ruhenden Zelle, wenige Fälle ausgenommen, im Protoplasma etwas den Centrosomen Entsprechendes nicht auffinden kann. Hierauf bemerkt HEIDENHAIN, dass zur Zeit als HERTWIG diesen Satz schrieb und drucken ließ, etwas den Centralkörperchen »Entsprechendes« im Kern überhaupt noch nicht aufgefunden war und dass der BRAUER'sche Fall bis dato der einzige ist, in welchem die Centrosomen im Kernraum gefunden wurden. Zweitens betont HERTWIG: dass bei Beginn der Theilung die Polkörperchen unmittelbar an der Kernmembran auftreten und dann erst weiter vom Kern weg in das Protoplasma hineinrücken. Hiergegen ist nach HEIDENHAIN geltend zu machen, dass die Lage der Centralkörper in der Nähe der Kernoberfläche rein sekundär zu Stande kommt und dass dadurch nicht die geringste substantielle Beziehung zwischen Centralkörpern und Kern an die Hand gegeben wird. Drittens: meint HERTWIG, dass bei dem Auftreten der Polkörperchen die Kernmembran häufig eingefallen ist, als ob aus einer kleinen Öffnung Kernsaft ausgetreten sei. Hierbei erübrigt (nach HEIDENHAIN) nur die Frage, wo dies denn eigent-

lich »häufig« der Fall sein soll. Auch verweist HEIDENHAIN auf seine obige Angabe: wenn selbst der Regel nach die Centrosomen bei Zellen der Metazoen im Kern getroffen werden sollten, so könne diese Lage doch auch erst sekundär im Laufe der Phylogenese erworben sein. Viertens sagt HEIDENHAIN, lesen wir bei HERTWIG, »dass bei manchen Objekten das Auftreten der Polkörperchen mit dem Zerfall der Nucleolen zeitlich zusammenfällt. Hier verweise ich zunächst auf das vorstehende Kapitel über die Substanz der Centrosomen. Dann mache ich darauf aufmerksam, dass Zellen, die im Ruhezustand schon die Centrosomen im Protoplasma beobachten lassen, doch auch die Nucleolen im Kern zeigen (Riesenzellen und Leukocyten). Außerdem mag es ja sein, dass bei manchen Objekten im Anfange der Mitosen die Nucleolen in Theilstücke zerfallen, indessen habe ich an dem von mir untersuchten Materiale nie etwas davon gesehen und ich bestreite das allgemeine Vorkommen dieses Zerfalles der Nucleolen.«

Man wird diese von HEIDENHAIN gegen HERTWIG erhobenen Bedenken größtentheils theilen müssen.

Wenn aber M. HEIDENHAIN (15d) bei der Besprechung der Centrosomen und Centralspindeln des Vergleiches halber die Infusorien beizieht und die Hoffnung ausspricht, dass mit seinen diesbezüglichen Auseinandersetzungen auch andere Untersucher sich werden befreunden können, so muss ich dies von meinem Standpunkte aus entschieden bezweifeln; ich vermuthe vielmehr, dass HEIDENHAIN mit diesen Auseinandersetzungen auf allgemeinen Widerspruch stoßen wird. Die wichtigsten, uns näher interessirenden Sätze sind folgende:

»Die aus dem Mikronucleus der Infusorien entstehende Spindel mit durchgehenden Fasern ist identisch mit der Centralspindel HERMANN's, deren Existenz bei allen thierischen Zelltheilungen wahrscheinlich ist; sie wird zum mindesten als Rudiment sich bei Gelegenheit der ersten Entstehung der Spindelfigur überall nachweisen lassen.

Die in dem Mikrocentrum der Lymphocyten enthaltene »achromatische« Substanz, welche eine primäre Centrodesmose bewerkstelligt und aus sich die Centralspindel hervorgehen lässt, ist gleichwerthig mit eben jenen achromatischen Bestandtheilen des Mikronucleus der Infusorien, welche bei diesen die Spindel aus sich entstehen lassen.

Der Makronucleus oder Hauptkern der Infusorien entspricht dem Kern der Zellen der Metazoen.

Die achromatische Substanz des Mikronucleus oder Nebenkerns der Infusorien ist bei den Zellen der Metazoen verschwunden.

Die bei der Theilung der Mikronuclei von diesen gelieferten Chromosomen werden in den Zellen der Metazoen vermöge eines Ablösungsvorganges nunmehr von dem Makronucleus, d. h. dem Zellkern der Autoren, geliefert.«

Will man wirklich, um mit HEIDENHAIN zu reden, über die ursprüngliche Zugehörigkeit der Centrosomen bei der Mitose etwas Genaueres erfahren, als bei den Metazoen möglich ist und zu den Einzelligen hinabgehen, in deren Kreise die Mitose ursprünglich erworben wäre (l. c. p. 685), so darf man doch sicherlich nicht die Infusorien zum Ausgangspunkt seiner Spekulationen machen. Bekanntlich bilden diese eine für sich abgeschlossene, höchst komplicirte Gruppe der Einzelligen, von welchen gewiss Niemand die Metazoen herleiten will; sie sind ein blind auslaufender, eigenartig differenzirter Zweig des Protozoenstammes. Wenn nun auch bis jetzt bei den Mikronuclei der Infusorien keine Centrosomen mit Sicherheit gesehen wurden und auch HEIDENHAIN sich mit seiner bewährten Technik vergeblich bemühte, ihre Existenz nachzuweisen, so ist damit noch lange nicht bewiesen, dass sie wirklich fehlen. Auch ich habe bis jetzt vergeblich mit den besten, mir bekannten Methoden dieselben zu erkennen versucht. Bei der Kleinheit der gesammten Kerntheilungsfiguren ist es aber gar nicht so sehr zu verwundern, dass Centrosomen nicht gesehen werden, ist es doch häufig schon schwer genug, sich von dem Vorhandensein der Chromosomen zu überzeugen. Ich habe auch vergeblich bei den Makronuclei nach Centrosomen gesucht und ich glaube doch, dass man mit Recht auch bei diesen Kernen Centrosomen erwarten darf. Einen Vergleich der Spindel des Mikronucleus der Infusorien mit der Centralspindel der Metazoen halte ich für eben so verfehlt wie unberechtigt. Für die Auffassung vollends, dass der Makronucleus (der vegetative Kern) der Infusorien dem Kern der Metazoen [1] entsprechen soll, ist überhaupt kein plausibler Grund ausfindig zu machen. Warum sollte sich auch die Mitose der Mikronuclei der Infusorien anders verhalten als die Mitose bei anderen Protozoen mit nur

[1] Die Theilung der Centrosomen der Metazoen wäre demnach ein der Theilung der Mikronuclei der Infusorien gleichbedeutender Vorgang, bei dem nur das Chromatin (nämlich die Hauptsache) fehlt. Vielleicht, sagt HEIDENHAIN, entsprechen die stäbchenartigen Körper, welche PLATNER und HERMANN in der Cirkumferenz der Centralkörper im Inneren der Astrosphäre fanden, und welche bei Gelegenheit der Mitose sich theilen, rudimentären Chromosomen, so dass hier vielleicht die Überreste des Chromatins des Mikronucleus vorliegen. Ich habe selbst die in Rede stehenden Stäbchen gesehen; obschon sie sich dunkel färben, ist es mir sehr fraglich, ob sie mit dem Chromatin in Beziehung stehen.

einem Kern, die ihrerseits mit den Mitosen der Metazoen in so auffallender Weise übereinstimmt.

Wie ich übrigens nach Abschluss meines Manuskriptes ersehe, hat schon DRÜNER in einer eben erschienenen Schrift gegen diese HEIDENHAIN'sche Anschauungsweise schwerwiegende Bedenken erhoben[1].

Beiläufig möchte ich hier noch erwähnen, dass BRAUER (17) die Theilung der Centrosomen eine amitotische nennt. »Das Centrosom ist gewissermaßen ein Kern im Kern, der sich wenigstens bei Ascaris amitotisch theilt.« Gegen diesen Ausdruck muss ich entschieden protestiren. Die Bezeichnung Amitose ist für einen bestimmten Kerntheilungsmodus acceptirt, welcher dadurch charakteristisch ist, dass eine schleifenförmige Anordnung des Chromatins, wie wir es von den Prophasen der Mitose her kennen, nicht stattfindet. Bei den Centrosomen ist nun von Chromatin bekanntlich gar keine Rede, es kann so-

[1] Gegen die Auffassung HEIDENHAIN's spricht ferner eine in dieser Zeitschrift Bd. LVIII, 4. Heft, Ende 1894 erschienene Arbeit von Jos. ROMPEL, betitelt, »Kentrochona Nebaliae n. g. n. sp., ein neues Infusor aus der Familie der Spirochoninen, zugleich ein Beitrag zur Lehre von der Kerntheilung und dem Centrosoma«. Der Verfasser glaubt bei seinen Untersuchungen über dieses Infusor auch das Centrosoma aufgefunden zu haben. »Das bereits für mehrere einzellige Organismen nachgewiesene Centrosom tritt (aus dem Dargelegten) auch bei Infusorien auf. Es dürfte hier, so weit ich die Litteratur kenne, zum ersten Mal das Vorhandensein des Centrosoms bei dieser Protozoengruppe dargethan sein. Die Zukunft wird entscheiden müssen, ob das Centrosom bei den Infusorien allgemein verbreitet ist etc.« In Betreff der Verwandtschaft der Mikronuclei der Infusorien mit den Centrosomen [die von BÜTSCHLI (Protozoen, III. Abth.) angeregte Frage] äußert sich ROMPEL wie folgt: »Die Frage scheint durch die Untersuchungen bei Kentrochona eine verneinende Antwort zu erfahren, da nebst den Centrosomen, welche von ganz bestimmtem Aussehen sind, ganz bestimmte Beziehungen zu dem sich theilenden Kerne zeigen und schwach färbbar sind, ein ganz andersartiger Ersatzkern vorhanden ist, der eine sehr ausgesprochene Färbbarkeit besitzt. Diese Auffassung wird durch die Thatsache, dass Spirochona gemmipara nach R. HERTWIG drei Ersatzkerne besitzt, wohl kaum alterirt werden. Denn die Annahme, dass im Vergleich zu den drei Ersatzkernen der Spirochona zwei davon während der Kerntheilung als Centrosomen funktioniren, während der dritte konstant seine Lage entfernt vom Großkern beibehält, dürfte doch eine sehr gewagte sein.« Gegen den HEIDENHAIN'schen Vergleich der Mikronuclei der Infusorien mit den Centrosomen der Metazoen bemerkt am Schlusse seiner Arbeit ROMPEL noch Folgendes: »Wenn meine Beobachtung, dass bei einem Infusor nebst dem Ersatzkern auch Centrosomen vorkommen, sich bei weiterer Untersuchung als richtig erweist, so ist klar, dass die von BÜTSCHLI begründete, von HEIDENHAIN ausführlich dargelegte Hypothese, wonach die Centralkörper mit dem Mikronucleus der Infusorien in verwandtschaftlicher Beziehung stehen, nicht haltbar ist.« Ob die Deutung, welche ROMPEL seinen Befunden gegeben hat, die richtige ist, möchte ich einstweilen dahingestellt sein lassen.

mit eine schleifenförmige Umlagerung derselben auch nicht stattfinden und hat somit der lediglich auf das Chromatin bezügliche Ausdruck hier gar keine Berechtigung.

Zum Schluss möchte ich nicht unterlassen, in Kürze darauf hinzuweisen, dass in neuester Zeit Gebilde, die im Zellplasma neben dem Kern gefunden werden, von manchen Autoren direkt mit den Centrosomen und Sphären verglichen werden, ich meine die »Nebenkerne« der Samenzellen und die »Dotterkerne« der Eizellen. Ohne hier weiter auf die diesbezügliche Litteratur einzugehen, will ich nur bemerken, dass ein solcher Vergleich nur ein sehr bedingtes Recht beanspruchen kann, da einerseits unter der unglücklichen Bezeichnung »Nebenkern« und andererseits unter dem ebenfalls ungeeigneten Ausdruck »Dotterkern« Gebilde verstanden werden, die genetisch oft die größten Verschiedenheiten aufweisen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass als »Nebenkern« in Samenzellen vielfach Gebilde beschrieben werden, die man mit Recht zur Zeit Sphären (und Centrosomen) nennen wird; es sind aber als »Nebenkerne« auch solche Gebilde bekannt geworden, die sicherlich mit Sphären (und Centrosomen) nicht das mindeste zu schaffen haben, sondern Zelleinschlüsse sui generis sind; dasselbe gilt vom Dotterkern der Eizellen. Auch unter den sogenannten »Dotterkernen« giebt es solche, die sicherlich mit Sphären (und Centrosomen) gar nicht in Beziehung stehen, während es bei anderen wenigstens möglich ist. Es wird sich nach dem Gesagten empfehlen, sowohl mit der Bezeichnung Nebenkern als Dotterkern möglichst vorsichtig umzugehen und nicht schlechthin Nebenkerne und Dotterkerne mit Sphären und Centrosomen zu homologisiren.

An anderem Orte gedenke ich mich über Sphären und Centrosomen baldigst eingehender aussprechen zu können, als es mir hier möglich war.

Neapel, den 31. März 1895.

Litteraturverzeichnis[1].

1. Manille Ide, a) Glandes cutanées à canaux intracellulaires chez les Crustacées edriophthalmes. La Cellule. Tome VII.
b) Le tube digestif des Edriophthalmes. La Cellule. Tome VIII.
2. O. vom Rath, a) Über eine eigenartige polycentrische Anordnung des Chromatins. Zool. Anz. Nr. 334. 1890.
b) Über die Bedeutung der amitotischen Kerntheilung im Hoden. Zool. Anz. 1891 Nr. 373—375.
c) Zur Kenntnis der Spermatogenese von Gryllotalpa vulg. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XL. 1892.
d) Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese von Salamandra mac. I. u. II. Theil. Diese Zeitschr. Bd. LVII. 1893.
e) Über die Konstanz der Chromosomenzahl bei Thieren. Biolog. Centralbl. 1894 Bd. XIV. Nr. 13.
3. E. Loennberg, Kernstudien. Biologiska Föreningens Förhandlingar. Bd. IV. 1892.
4. A. Knüppel, Über Speicheldrüsen von Insekten. Archiv f. Naturg. 1886.
5. H. E. Ziegler, a) Die Entstehung des Blutes bei Knochenfischembryonen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXX. 1887.
b) Die biologische Bedeutung der amitotischen Kertheilung im Thierreich. Biol. Centralbl. 1891.
c) Über das Verhalten der Kerne im Dotter der meroblastischen Wirbelthiere. Festschrift f. A. Weismann. Ber. d. naturf. Gesellsch. zu Freiburg. 1894.
6. H. E. Ziegler u. O. vom Rath, Die amitotische Kerntheilung bei den Arthropoden. Biol. Centralbl. Bd. XI. 1891.
7. J. Frenzel, a) Zur Bedeutung der amitotischen (direkten) Kerntheilung. Biolog. Centralbl. Bd. XI. 1891.
b) Die nucleoläre Kernhalbirung. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXXIX. 1891.
c) Die Mitteldarmdrüse des Flusskrebses und die amitotische Zelltheilung. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XLI. 1893.
8. A. Gruber, Amöben-Studien. Berichte d. naturf. Gesellsch. Freiburg. (Festschr. f. A. Weismann.) 1894.
9. W. Flemming, a) Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. XVI. 1878.
b) Fortsetzung von a. Ebenda. Bd. XVIII. 1880.
c) Fortsetzung. Ebenda. Bd. XX. 1881.
d) Zellsubstanz, Kern- und Zelltheilung. 1882.

[1] Es liegt keineswegs in meiner Absicht hier ein ausführliches Litteraturverzeichnis sämmtlicher Arbeiten über Amitose oder solcher über das Verhalten der Centrosomen und Sphären bei ruhenden und sich amitotisch theilenden Zellen geben zu wollen, vielmehr werden nur Arbeiten aufgeführt, die im Text besprochen wurden. In Betreff der übrigen Litteratur verweise ich in erster Linie auf die beiden letzten Jahresreferate Flemming's in den Ergebnissen der Anatomie und Entwicklungsgeschichte von Merkel und Bonnet. Wiesbaden 1893 u. 1894.

W. Flemming, e) Zur Orientirung über die Bezeichnung der verschiedenen Formen von Zell- und Kerntheilung. Zool. Anz. Nr. 216. 1886.
f) Neue Beiträge zur Kenntnis der Zelle. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXIX. 1887.
g) Neue Beiträge zur Kenntnis der Zelle. II. Ebenda. Bd. XXXVII. 1891.
h) Attraktionssphären und Centralkörper in Gewebszellen und Wanderzellen. Anat. Anz. VI. Jahrg. Nr. 3. 1891.
i) Über Theilung und Kernformen bei Leukocyten und über deren Attraktionssphären. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXXVII. 1891.
k) Amitotische Kerntheilung im Blasenepithel des Salamanders. Ebenda. Bd. XXXIV. 1889.
l) Entwicklung und Stand der Kenntnisse über Amitose. Ergebnisse d. Anat. u. Entwicklungsgesch., herausgeg. von Merkel u. Bonnet. Bd. II. 1892. Wiesbaden 1893.
m) Morphologie der Zelle und ihrer Theilungserscheinungen. Ebenda. Bd. III. 1893. Wiesbaden 1894.

10. M. A. Nicolas, a) Les sphères attractives et le fuseau achromatique dans le testicule adulte, dans la glande génitale et le rein embryonnaire de la Salamandre. Extrait des Comptes rendus des séances de la Société de Biologie. 1892.
b) Les spermatogonies chez la Salamandre d'hiver. Ebenda. 1892.
c) Les bourgeons germinatifs dans l'intestin de la larve de Salamandre. Bibliographie anatomique. 1894.

11. A. Sabatier, De la spermatogénèse chez les Crustacés décapodes. Travaux de l'institut de Zoologie de Montpellier. 1893.

12. Ph. Knoll, Über Blutkörperchen bei wirbellosen Thieren. Sitzungsber. d. Wiener Akademie d. Wiss. 1893.

13. E. Verson, a) Altre cellule glandulare di origine postlarvale. Padova 1892.
b) La Spermatogenesis nel Bombyx mori. Padova 1889.
c) Zur Beurtheilung der amitotischen Kerntheilung. Biol. Centralbl. 1891.
d) Zur Spermatogenesis der Seidenraupe. Diese Zeitschr. Bd. LVIII. 1894.

14. K. Toyama, On the Spermatogenesis of the Silk Worm. Bulletin of the Agricultural College Tokyo Japan 1894. Eine vorläufige Mittheilung dieser Arbeit erschien im Zool. Anzeiger Nr. 438.

15. M. Heidenhain, a) Über die Centralkörperchen und Attraktionssphären der Zellen. Anat. Anzeiger 1891.
b) Über Kern und Protoplasma. Leipzig 1892.
c) Die Riesenzellen des Knochenmarks und ihre Centralkörper. Würzburger Sitzungsberichte 1892.
d) Neue Untersuchungen über die Centralkörper und ihre Beziehungen zum Kern und Zellenprotoplasma. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XLIII. 1894.

16. Th. Boveri, a) Zellstudien. Heft 1. 1887.
b) Zellstudien. Heft 2. 1888.

17. Brauer, a) Zur Kenntnis der Herkunft des Centrosoms. Biol. Centralbl. 1893.
b) Zur Kenntnis der Spermatogenese von Ascaris meg. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XLII. 1893.

18. v. Kostanecki, Über Kerntheilung bei Riesenzellen nach Beobachtungen an der embryonalen Säugethierleber.

19. John E. S. Moore, a) On the relationship and rôle of the archoplasm during mitosis in larval salamander. Quart. Journ. of micr. scienc. Bd. XXXIV. 1893.
b) Some Points in the Spermatogenesis of Mammalia. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Phys. 1894.

20. Fr. Meves, a) Über amitotische Kerntheilung in den Spermatogonien des Salamanders. Anat. Anz. 1891.
b) Über eine Art der Entstehung ringförmiger Kerne und die bei ihnen zu beobachtenden Lagen und Gestalten der Attraktionssphäre. Inaug.-Diss. Kiel 1893.
c) Über eine Metamorphose der Attraktionssphäre in den Spermatogonien von Salamandra maculosa. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XLIV. 1894.

21. Fr. Reinke, a) Untersuchungen über das Verhältnis der von Arnold beschriebenen Kernformen zur Mitose und Amitose. Kiel 1891.
b) Zellstudien. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XLIII. 1894.

22. E. van Beneden, a) Recherches sur la maturation de l'oeuf, la fécondation et la division cellulaire. Gand et Leipzig, 1883.
b) Recherches sur la maturation de l'oeuf et la fécondation. Archives de Biologie. Tome IV. 1883.
c) Idem u. Julin, La spermatogenèse chez l'Ascaride mégalocéphale. Bull. Acad. roy. des sciences etc. 1884.
d) Idem u. Neyt, Nouvelles recherches sur la fécondation et la division cellulaire caryokinétique chez l'Ascaris de cheval. Le Moniteur Belge. 1887.
e) Idem u. Neyt, Nouvelles recherches sur la fécondation et la division mitosique chez l'Ascaride mégalocéphale. Bulletin de l'Acad. royale Belgique. III. série. T. XIV. 1887.

23. E. Göppert, Kerntheilung durch indirekte Fragmentirung in der lymphatischen Randschicht der Salamandrinenleber. Archiv f. mikr. Anat. 1891.

24. v. la Valette St. George, a) Über die Genese der Samenkörper. Archiv f. mikr. Anat. Bd. III. 1867.
b) Spermatologische Beiträge. 1. bis 5. Mittheilung. Ebenda. 1885—1887.
c) Zelltheilung und Samenbildung bei Forficula auricularia. Ebenda. 1887.
d) Über innere Zwitterbildung beim Flusskrebs. Ebenda. Bd. XXXIX. 1892.

25. F. Hermann, a) Über regressive Metamorphose des Zellkerns. Anat. Anz. 1888.
b) Beiträge zur Histologie des Hodens. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXXIV. 1889.
c) Beitrag zur Lehre von der Entstehung der karyokinetischen Spindel. Ebenda. Bd. XXXVII.
d) Die postfötale Histiogenese des Hodens der Maus bis zur Pubertät. Ebenda. Bd. XXXIV. 1889.

26. M. Nussbaum, a) Zur Differenzirung des Geschlechts im Thierreich. Archiv für mikr. Anat. Bd. XVIII.
b) Über die Veränderungen der Geschlechtsprodukte bis zur Eifurchung etc. Ebenda. Bd. XXIII.

27. Loewit, a) Über amitotische Kerntheilung. Biol. Centralbl. 1891.
b) Die Anordnung und Neubildung von Leukoblasten und Erythroblasten in den Blutzellen bildenden Organen. Archiv f. mikr. Anat. 1891.

28. van der Stricht, a) Contribution à l'étude de la sphère attractive. Extrait des Bulletins de l'Academie royale de Belgique. T. XXIII. 1892.

van der Stricht, b) Nouvelles recherches sur la genèse des globules rouges et des globules blancs du sang. Archive de Biologie. T. XII. 1892.
c) Le développement du sang dans le foie embryonnaire. Archive de Biologie. T. XI. 1891.
d) Recherches sur la structure et la division des cellules géantes. Verhandl. des X. Internat. Kongresses zu Berlin. 1890.
e) Caryomitose et division directe des cellules à noyau bourgeonnant. Extrait des annales de la société de médecine de Gand. 1891.
f) Nouvelles recherches sur la formation des globules blancs et des globules rouges. Ebenda. 1892.
g) Division mitosique des érythroblastes et des leucoblastes à l'intérieur du foie embryonnaire. Anat. Anzeiger 1891.
h) Nature et division mitosique des globules blancs des mammifères. Verhandlungen der anat. Gesellsch. 1893.
29. Benda, Zellstrukturen und Zelltheilungen des Salamanderhodens. Verhandl. der anat. Gesellsch. 1893.
30. Waldeyer, Eröffnungsrede der Anatomen-Versammlung in Göttingen. 1893.
31. Johnson, Amitosis in the embryonal envelopes of the scorpion. Bull. of the museum of compar. Zoology Harvard College. V. 1891.
32. C. Claus, a) Die Halocypriden des atlantischen Oceans und Mittelmeeres. Wien 1891.
b) Beiträge zur Kenntnis der Süßwasserostracoden. Arb. d. Zoolog. Instit. in Wien. 1892.
c) Über die Entwicklung des Scyphostoma von Cotylorhiza, Aurelia und Chrysaora etc. Ebenda. 1892.
33. L. Druener, a) Beiträge zur Kenntnis der Kern- und Zelldegeneration und ihrer Ursachen. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXVIII. 1894.
b) Zur Morphologie der Centralspindel. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. 1894.
34. G. Karsten, Die Beziehungen der Nucleolen zu den Centrosomen bei Psilotum triquetrum. Berichte der deutschen botan. Gesellschaft.
35. Ph. Nicoglu, Über die Hautdrüsen der Amphibien. Diese Zeitschr. Bd. LVI. 1893.
36. Oppel, Unsere Kenntnis über die Entstehung der rothen und weißen Blutkörperchen (Referat). Ziegler's Centralblatt f. allgem. Pathol. 1892.
37. B. Solger, Zelle und Zellkern. in: Thiermedicinische Vorträge. Leipzig 1892.
38. Platner, Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Theilungsersch. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXXIII. 1889.
39. Chun, Über die Bedeutung der direkten Kerntheilung. Sitzungsber. aus d. Schr. d. Physik.-Ökon. Ges. Königsberg. 1890.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I—III.

Fig. 1. Eine Drüsenrosette aus dem Kopfe von Anilocra mediterranea. Die peripheren Zellen sind mit *a*, *b*, *c*, *d* und *e* bezeichnet. In der Mitte der Rosette liegt eine kleine Centralzelle (*cz*). Die Kerne der peripheren Zellen zeigen die

eigenartige polycentrische Anordnung des Chromatins; letztere ist bei der Centralzelle niemals vorhanden. In Zelle *d* ist mit *st.Th* eine Sterntheilungsfigur bezeichnet. Nucleolen = *nucleol*, Sekret = *s*, Neurilemmkerne = *nl*, Bindegewebskerne = *bg*, Sphären = *sph*. Vergr. etwa 1500.

Fig. 2. Schema einer Sterntheilung. *a*, ungetheilter Stern; *b*, beginnende Theilung mit Centrenverdoppelung; *c*, biskuitförmige Centren; *d*, letzte Phase der Theilung. Die beiden Tochtersterne stehen nur noch durch einen chromatischen Strang in Verbindung; dieser verschwindet und beide Tochtersterne bleiben durch feine Lininfäden, die auch fernerhin persistiren, in loser Vereinigung.

Fig. 3. Eine Drüsenzelle des Kopfes von Jone thoracica ♀ nach Manille Ide kopirt.

Fig. 4. Zelle einer Drüsenrosette von Anilocra mit gegabeltem Ausführungsgang (die Sphäre war auf dem Präparate auffallend deutlich zu erkennen). In jedem Kern eine Sterntheilung. Vergr. etwa 1500.

Fig. 5. Eine Drüsenzelle von Anilocra mit vielen chromatischen Sternen des Kernes. Es sind drei Sekretansammlungen (*s*) bemerkbar. In einem dieser Tropfen (*s'*) sind überaus feine haarförmige Gänge, welche in den intracellulären Ausführungsgang einmünden, sichtbar. Die übrigen Bezeichnungen wie vorhin. Vergr. etwa 1500.

Fig. 6, 7, 8. Verschiedene Stadien normaler Zell- und Kerndegeneration aus dem vorderen Theile des Kopfes von Anilocra. In Fig. 6 ist die beginnende Degeneration dargestellt, die in Fig. 7 an der Beschaffenheit der chromatischen Sterne, der dunklen Tingirung der Kerne etc. kenntlich ist. In Fig. 8 zeigt der Kern bereits einen verkommenen Habitus. Das Chromatin ist verklumpt und an eine Kernseite herangedrängt, während der übrige Theil des Kernes mit Sekret erfüllt ist. Vergr. etwa 1500.

Die Figuren 9 und 10 stellen Zellen der Leberschläuche von Porcellio scaber dar. In Fig. 9 sind zwischen den beiden Kernen, die Amitose mit Kernplattenbildung zeigen, zwei Sphären zu sehen. In Fig. 10 habe ich nur Kerne, die Amitosen mit Kernplattenbildung erkennen ließen, mit den Sphären abgebildet, ohne die Zellen auszuzeichnen. In Fig. 10*b* erkennt man den Anfang der Kernplattenbildung, die in Fig. 10*a* noch nicht sichtbar ist. In Fig. 10*c* und 10*f* ist der Verlauf der Kernplattenbildung besonders deutlich; die Tochterkerne berühren einander fast noch mit parallelen Trennungsflächen. Die Abbildungen sind nach verschiedenen Schnitten zusammengestellt, welche die Sphären besonders deutlich erkennen ließen. Vergr. etwa 1500.

Fig. 11. Kerne von Follikelzellen aus der Zwitterdrüse von Helix pomatia mit verschiedenen Formen der Kernplattenbildung. Vergr. etwa 1500.

Fig. 12. Sämmtliche Abbildungen sind Zellen von Schnitten durch die Milz eines jungen Hundes. *a, b, c, d, f, g, h* stellen Bilder von multipolaren Mitosen dar, *e* und *k* sind scheinbar normale Mitosen mit auffallend geringer Chromosomenzahl, während in *i* die Chromosomenzahl auffallend groß ist. Die übrigen Figuren sollen in erster Linie die Lageverhältnisse der Centrosomen, beziehungsweise Sphären zeigen. *mstr* = Mikrosomenstratum. Vergr. etwa 1500.

Fig. 13—22, ferner 26 u. 27 stellen Leukocyten aus dem Bauchfell der Salamanderlarve mit ruhenden und sich amitotisch theilenden Kernen dar. Vergr. etwa 1500.

Fig. 23—25. Leukocyten des Bauchfells der Larve von Triton. Vergr. etwa 1500.

Fig. 28 u. 29. Vielkernige Sexualzellen des Hodens von Bufo vulgaris. Vergr. etwa 1500.

Fig. 30. Ein kleiner Hodenfollikel mit drei Zellen aus dem Hoden von Bufo vulgaris. Vergr. etwa 1500.

Fig. 31. Eine multipolare Mitose aus dem Hoden von Astacus fluviatilis. Vergr. etwa 1500.

Fig. 32, 33 u. 36. Spermatogonien aus dem Hoden von Rana esculenta. Vergr. etwa 1500.

Fig. 34 u. 35. Zellen aus dem Hoden von Salamandra maculosa. Vergr. etwa 1500.

Fig. 37. Spermatogonie aus dem Hoden von Salamandra maculosa. Der Kern zeigt Amitose mit Kernplattenbildung. Vergr. etwa 1500.

Fig. 38, 39, 41. Spermatogonien aus dem Hoden von Salamandra maculosa mit runden Kernen und deutlichen Sphären und Centrosomen. Vergr. etwa 1500.

Fig. 40. Polymorpher Kern einer Spermatogonie von Salamandra maculosa mit Körnerhaufen im Zellplasma; deutliche intakte Sphäre mit zwei Centrosomen. Vergr. etwa 1500.

Zur vergleichenden Anatomie der Turbellarien.

(Zugleich ein Beitrag zur Turbellarien-Fauna Böhmens.)

Von

F. Vejdovský in Prag.

Mit Tafel IV—VII und 4 Figuren im Text.

Als ich in den letzten zwei Decennien das Untersuchungsmaterial zu meinen früheren Arbeiten sammelte, begegnete ich verschiedenen Vertretern der Süßwasserfauna, die meine Aufmerksamkeit um so mehr auf sich zogen, als sie theils wegen ihres sporadischen Vorkommens nur selten oder überhaupt nicht beobachtet wurden, theils wegen der morphologischen Eigenthümlichkeiten und der systematischen Stellung zu genaueren Untersuchungen aufforderten.

So habe ich im Laufe der Jahre eine Reihe von Beobachtungen zusammengebracht, deren Resultate ich in einer Reihe von kleineren Mittheilungen zu veröffentlichen mich entschlossen habe. In der vorliegenden Arbeit beginne ich mit Turbellarien, über welche ich schon früher Einiges mitgetheilt habe[1].

[1] 1) Vorläuf. Bericht über die Turbellarien der Brunnenwässer von Prag etc. Sitzungsber. kgl. böhm. Gesellsch. Wissensch. Prag. 1879. p. 501—507. — 2) Thierische Organismen der Brunnenwässer von Prag. Mit 8 Taf. Prag 1882. — 3) Exkreční soustava Planarií. Sitzungsber. kgl. böhm. Gesellsch. Wissensch. Prag 1882. p. 273 bis 280. 1 Taf. — 4) O novém rodu zemských Planarií (Microplana humicola). Ibidem. 1886. — 5) Sur une nouv. Planaire terrestre (Microplana humicola). Revue biolog. du Nord de la France. 1890. 2 Planches. — 6) O rodu Opistoma. Věstník král. spol. nauk v Praze. 1894. — 7) Organisace nové Bothrioplany. Ibidem. 1894. — 8) Nové zprávy o turbellariích. Ibidem. 1895. — Nebst dem hat Sekera Nachfolgendes über die Turbellarien Böhmens veröffentlicht: Ergebnisse meiner Studien an Derostoma typhlops. Zool. Anz. 1886. Nr. 233. — Příspěvky ku známostem o turbellariích sladkovodních. Věstník král. spol. nauk v Praze. 1886—1888. In den Abschnitten I—V wird behandelt: 1) Über Derostoma typhlops. — 2) Über die Geschlechtsverhältnisse von Microstoma. — 3) Über die Stenostomiden. — 4) Über neue oder wenig bekannte Turbellarien. — 5) Über Anatomie von Planaria albissima. — Schließlich

Die Arbeit enthält nachfolgende Abschnitte:

I. Über die Gattung Opistoma O. Schmidt.
II. Über die Geschlechtsverhältnisse der Derostomeen.
III. Über zwei neue Vortex-Arten, vorzugsweise mit Berücksichtigung deren Geschlechtsorgane.
IV. Über die Prorhynchen Böhmens.
V. Zur Kenntnis von Macrostoma.
VI. Über Bothrioplaniden, eine Familie der Alloiocölen.
VII. Zur Kenntnis der Dendrocölen Böhmens.

I. Über die Gattung Opistoma O. Schm.

Zu den Thierarten, welche nur periodisch in größerer Anzahl zum Vorschein kommen, um dann auf Jahre lang zu verschwinden, gehört unter den Turbellarien die Gattung Opistoma, die man bisher nur aus wenigen Fundorten in Europa kennt. Oskar Schmidt hat dieselbe zum ersten Male 1848 bei Axien a./E. und später bei Krakau entdeckt[1], nachher ist sie von Max Schultze[2] 1851 bei Greifswald und erst 1879 wieder von mir[3] in Böhmen (in einem Teiche bei Okoř) und schließlich von Duplessis[4] in den Tümpeln an den Ufern des Genfer Sees gefunden worden.

Möglicherweise ist das Opistoma geographisch weit verbreiteter und nicht so selten, wie man annimmt; nach den übereinstimmenden Angaben der genannten Autoren erscheint es nämlich in kälteren Jahreszeiten, sogar unter dem Eise, meist aber in den ersten Frühlingsmonaten, von März bis Mai, zu welcher Zeit die Zoologen im Großen und Ganzen ihr Untersuchungsmaterial wohl nur spärlich in den kalten Wässern zu suchen gewohnt sind.

Den heutigen Kenntnissen des Turbellarien-Organismus gegenüber ist es höchst wünschenswerth, neue Untersuchungen über den Bau von Opistoma anzustellen; trotz der eingehenden Angaben von Max Schultze giebt es nämlich so viele Lücken in der Kenntnis der genannten Gattung, dass der von v. Graff ausgesprochene Wunsch, neue Forschungen über die Verwandtschaft von Opistoma mit den übrigen

führen Kafka, Frič (Fritsch oder Fritch) und Vávra in ihren Verzeichnissen der Thierarten aus verschiedenen Teichwässern Böhmens zwei oder drei Tubellarien an, welche Angaben jedoch jeder wissenschaftlichen Bedeutung entbehren.

[1] Oskar Schmidt, Die rhabdocölen Strudelwürmer des süßen Wassers. 1848. — Die rhabdocölen Strudelwürmer aus der Umgebung von Krakau. Wien 1830.

[2] Max Schultze, Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. 1851.

[3] Vejdovský, Vorläufiger Bericht etc.

[4] G. Duplessis, Sur l'origine et la repartition des Turbellariés etc. Acta soc. Helvatiae 1878.

Turbellarien vorzunehmen, sich als berechtigt herausstellt. Da ich über ein zahlreicheres Material verfügen konnte, versuche ich in dem vorliegenden Kapitel diese Lücke auszufüllen.

Die Umgebung von Příbram gehört nach den bisherigen Erfahrungen zu den interessantesten und ergiebigsten Gebieten für die faunistischen Forschungen in Böhmen. Mein Assistent A. Mrázek hat der Umgebung dieses seines Geburtsortes die sorgfältigste Aufmerksamkeit gewidmet und durch die Darstellung der vorzugsweise hier entdeckten Copepoden[1] und Cysticercoiden[2] die mitteleuropäische Fauna wesentlich bereichert. Demselben verdanke ich nun, dass er in den Tümpeln der Umgebung von Příbram mehrere seltene oder neue Turbellarien gefunden hat, unter welchen das Opistoma und andere, weiter unten angeführte Arten, hervorgehoben zu werden verdienen.

Bei Příbram kommt Opistoma in zwei kleinen, mit Binsen bewachsenen Waldpfützen vor. Sehr früh im Frühjahr, sobald der Schnee verschwindet, erscheint hier Opistoma in ungeheuerer Menge; Ende März konnte ich über mehr als 50 Exemplare verfügen, die im mäßig erwärmten Zimmer in kleinen Gefäßen gezüchtet, bald die Geschlechtsreife erlangen.

Die Opistoma-Arten. Über die Dignität der bisher beschriebenen Arten gehen die Ansichten aus einander. Der Begründer der Gattung, Oskar Schmidt, stellte die Art *O. pallidum* mit den weiter unten angeführten Merkmalen auf. In der Vermuthung, dass sein Vorgänger nur in Folge des ungenügenden Materials die besprochene Art unzulänglich beschrieben hat, identificirte Max Schultze die von ihm gefundene Form mit derselben Art (*O. pallidum*), die dagegen von O. Schmidt[3] als eine ganz verschiedene angesprochen wird. In Folge dessen unterscheiden die späteren Autoren, wie De Man und Diesing zwei Arten, welche als *Opistomum pallidum* (De Man) und *Opistomum Schultzeanum* (De Man) (Typhloplana pallida und Schultzeana Diesing) angeführt werden.

Dagegen versucht v. Graff[4] den Nachweis zu führen, dass man in

[1] A. Mrázek, Příspěvky k poznání sladkovodních Copepodů. Věstník král spol. nauk v Praze. 1893. — Beitrag zur Kenntnis der Harpacticidenfauna des Süßwassers. Zoolog. Jahrbücher. Abth. f. System. Geogr. und Biologie. VII. Bd.

[2] A. Mrázek, O cysticerkoidech našich Korýšů sladkovodních. Věstník král spol. nauk v Praze. 1890. I. — Příspěvky k vývojezpytu některých tasemnic ptačích. Ibidem. 1891. p. 97.

[3] O. Schmidt, Strudelwürmer von Krakau. l. c.

[4] v. Graff, Monographie der Turbellarien. I. Rhabdocoelida. 1882. p. 365.

Europa nur eine einzige Art, *Opistoma pallidum*, annehmen müsse. Nachdem ich nun diese Art selbst genauer zu untersuchen Gelegenheit hatte, muss ich der Ansicht huldigen, dass sie nicht mit der SCHMIDTschen Form übereinstimmt, deren unterscheidende Merkmale etwa die nachfolgenden sind:

1) Der zungenförmige Körper, nach vorn verengt, nach hinten erweitert, »flach und verhältnismäßig breit«.
2) Der Magen reicht nach vorn über die Dotterstöcke hinaus.
3) Die Spermatozoen in der Mitte knotenartig verdickt.
4) In dem proximalen Ende des Penis kommen zwei starke Haken vor.

Bezüglich der Abbildungen von O. SCHMIDT bemerke ich, dass sie zwar unzureichend sind, dass dagegen die Verhältnisse des Penis bei der Přibramer Form so deutlich auch bei den schwächeren Vergrößerungen hervortreten, dass man sie mit den von O. SCHMIDT abgebildeten nicht identificiren kann. v. GRAFF vereinigt, wie gesagt, die von O. SCHMIDT und SCHULTZE beobachteten Formen zu einer einzigen, *O. pallidum*, indem er von dem Standpunkte ausgeht, dass »der ganze Streit sich um die relative Größe und Form zweier an der Basis des ausgestülpten Kopulationsorgans befindlichen Chitinstäbe dreht«; er weist ferner darauf hin, »dass die Details des chitinösen Kopulationsorgans bei einer und derselben Species oft Schwankungen in der Form aufweisen, die viel bedeutender sein können, als die, welche hier das Streitobjekt abgeben«. Ich gebe zu, dass es eben so bei anderen Arten sein kann, obwohl ich bezüglich der weiter unten beschriebenen Kopulationsorgane von Vortex- und Derostoma-Arten dieser Ansicht nicht beipflichten kann, — aber das chitinöse Kopulationsorgan des Přibramer Opistoma behält in allen Fällen dieselbe Form und Länge der Haken, wie M. SCHULTZE darstellt, niemals aber war ich im Stande, die von O. SCHMIDT abgebildete Gestalt des Penis sicherzustellen. Die übrigen von O. SCHMIDT hervorgehobenen Unterschiede zwischen beiden Arten berücksichtigt v. GRAFF nicht.

Ich finde mich daher veranlasst, das *O. pallidum* O. Schm. als eine andere Art zu betrachten, die von der von M. SCHULTZE beobachteten Species sich durch wesentliche Charaktere unterscheidet. Nur die letztere Art ist Gegenstand des vorliegenden Kapitels und ich führe sie als *Opistoma Schultzeanum* an.

Äußere Charaktere und Biologie von Opistoma Schultzeanum.

Fast sämmtliche mir zur Verfügung stehende Exemplare waren von gleichen Dimensionen; die Länge der völlig geschlechtsreifen In-

dividuen beträgt 2,5 mm Länge und 0,8 mm Breite in der mittleren Körperzone. Die jüngeren Exemplare unterscheiden sich von den geschlechtsreifen nicht durch Länge, sondern bloß durch Schlankheit des Körpers. Nach vorn verengt sich der Körper allmählicher als nach hinten, wo er scharfspitzig endet. An Querschnitten ist der Körper durchaus rund, niemals abgeflacht. Wenn SCHULTZE angiebt, dass der Körper »vorn abgestumpft« ist, so glaube ich, dass diese Angabe aus den Beobachtungen der durch den Druck des Deckgläschens etwas zusammengezogenen Thiere resultirt. Bei den meisten Thieren ist die Farbe des Körpers schneeweiß; eine gelbliche, welche M. SCHULTZE erwähnt, habe ich niemals beobachtet, allerdings aber waren zwei von mir untersuchte Exemplare schön rosa gefärbt, was von einer diffusen Färbung des Darminhaltes verursacht wurde. Die Durchsichtigkeit des Körpers ist eine bedeutende, so dass man die anatomischen Details namentlich des Geschlechtsapparates sehr bequem wahrzunehmen vermag. Meiner Ansicht nach wäre es möglich, bei den allerjüngsten Exemplaren, bei denen die Geschlechtsorgane, vornehmlich die Hoden und Dotterstöcke noch nicht angelegt sind, den Verlauf sämmtlicher Exkretionskapillaren zu ermitteln; bei den erwachsenen Thieren ist dies nicht möglich, wegen der mächtigen Entfaltung der genannten Geschlechtstheile und des fettartigen Mageninhaltes. Die Parenchymflüssigkeit zeichnet sich durch eine diffuse, grünliche Färbung aus.

In dem hinteren Körperdrittel (Fig. 1, 2 *o*, *ep*, *op*) findet man in der Medianlinie der Bauchseite drei dicht hinter einander folgende Öffnungen: 1) die Mundöffnung (*o*), 2) den Exkretionsporus (*ep*) und 3) die Geschlechtsöffnung (*op*).

Bei den jüngeren Thieren ist das hintere Körperende ganz durchsichtig, bei den älteren sieht man hier bereits mit unbewaffnetem Auge ein weißes Pünktchen — die Samenblase (Fig. 1 *vs*). In den völlig geschlechtsreifen Exemplaren sind auf der rechten Pharynxseite immer ein oder zwei große, röthlichbraune Eier auffallend.

Der Grund der oben erwähnten Pfützen, in welchen Opistoma lebt, ist mit einer bedeutenden Schicht des Schlammes bedeckt, in welchem der organische Detritus einen Hauptbestandtheil vorstellt. In diesem Schlamme züchtete ich auch die Turbellarien in Prag. Anfänglich entwickelten sich die Thiere ganz normal, verborgen vor dem Tageslichte unter einem Holzstücke. Künstlich den scharfen Sonnenstrahlen oder dem gewöhnlichen Tageslichte ausgestellt, schlichen die Würmer sofort auf der Oberfläche des Schlammes und suchten einen, den Lichtstrahlen unzugänglichen Ort aus.

Vom 3. und 4. April fing die bisher leere Samenblase an sich mit

reifem Sperma zu füllen. Nachher aber hörte die weitere Geschlechtsentwicklung auf und eine Degeneration der Geschlechtsorgane war deutlich. Da auch der Magen der Nahrungspartikel entbehrte, so war es nothwendig den Schlamm zu erneuern, in welchem sich auch die kleinen Würmer wie Nais und Dero befanden. Die Turbellarien verzehrten bald sowohl die vegetativen Partikeln als die genannten Oligochäten, und in einigen Tagen — am 8. April — fand ich die zum ersten Male sich begattenden Individuen.

Sonst ist Opistoma ein zähes Turbellarium; die stundenlang unter dem Deckgläschen beobachteten und stark komprimirten und nachher in das Wasser geworfenen Thiere entwickelten sich anstandslos weiter, was ich vornehmlich an den oben erwähnten rosaroth gefärbten Exemplaren kontrolliren konnte.

M. Schultze giebt an, dass er Opistoma zuerst im December in einem Wiesengraben mit jungen Vortex viridis antraf. Die Geschlechtsorgane waren noch nicht vorhanden, aber im warmen Zimmer erschien bald die mit Sperma gefüllte Samenblase und später die Eier. Geschlechtlich entwickelte Thiere fand Schultze im Freien erst im März, später aber, im Mai, verschwanden sie gänzlich, während O. Schmidt die Thiere bei Krakau erst im Mai beobachtete.

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass Opistoma im Spätherbste oder im Winter die Kokonschale verlässt, um in den ersten Frühlingsmonaten geschlechtsreif zu werden. Die warmen Sommermonate verträgt es nicht.

Organisation vom Opistoma.

Über die Hypodermis habe ich nicht viel Neues zu sagen. Sie ist nicht in allen Körpertheilen gleich hoch; mit Ausnahme des vordersten und hintersten Körperabschnittes stellt sie ein sehr dünnes, durchsichtiges Häutchen vor, dessen Elemente man im frischen Zustande von der Flächenansicht beobachten kann, wobei sie als fünf- bis sechs- und vielseitige Feldchen erscheinen. An den mit Platinchlorid-Chromessigsäure behandelten Thieren erscheint die Intercellularsubstanz stark gefärbt, wobei ihre Linien nicht gerade, sondern gewellt oder stärker gelappt erscheinen (Fig. 3). Vorn und hinten sind die Zellen viel höher, gegen die mittleren Körperregionen kubisch (Fig. 4), weiter nach hinten cylindrisch (Fig. 5). Die Zellgrenzen treten hier auch viel deutlicher hervor als in den mittleren Körperzonen. Das während des Lebens ganz durchsichtige Protoplasma erscheint an konservirten Hypodermiszellen aus ungemein zarten Streifen (Fig. 7) zusammengesetzt, wie dies unlängst bei Alloiocölen Böhmig sehr eingehend dargestellt hat; nur sind

die Plasmastreifen von Opistoma weit zarter und nur mit stärksten Vergrößerungen wahrnehmbar.

Die Zellkerne sind im frischen Zustande nur sehr schwierig nachweisbar, etwas leichter ist es an gefärbten Präparaten möglich. In den Cylinderzellen des Vorder- und Hinterkörpers sind es kugelige oder ellipsoide Körper, in denen die stark gefärbten chromatischen Körnchen hervortreten. In den abgeflachten Zellen sind die Kerne dagegen meist unregelmäßig und gelappt und mit ungemein spärlichen chromatischen Elementen. Zwischen den Zellen des Vorderkörpers habe ich hyaline, spindelförmige und kernlose Zellen beobachtet.

Nach außen ist jede Zelle mit einer zarten, hyalinen Cuticularlamelle bedeckt, welche dicht porös ist, wie sowohl die Flächenpräparate (Fig. 3*c*) als Querschnitte deutlich zeigen. Wenn ich in dieser Hinsicht nichts Neues sicherstellen konnte, so muss ich in einem Punkte M. Schultze und L. v. Graff widersprechen. Diese Forscher geben bekanntlich an, dass sich die Cuticula unter dem Drucke des Deckgläschens losreiße, und in Form von Fetzchen in der Umgebung des Körpers in Folge der Wimperung umhergetrieben werde.

Dass bei diesem Processe nicht die Cuticula, sondern einzelne Hypodermiszellen ins Spiel kommen, beweist nachfolgende Beobachtung:

In Folge des Druckes des Deckgläschens fangen die Zellen an einzelnen Körperstellen — namentlich zu beiden Seiten des Körpers — anzuschwellen, und erscheinen dabei als hoch über die Körperoberfläche ragende Läppchen. An der Außenseite jeder Zelle erscheint der hyaline Cuticularsaum, durch dessen Poren lebhaft wimpernde Haare hervortreten. Bald löst sich die ganze Zelle vom Körper los (Fig. 4), wird rund und stirbt allmählich ab, wobei der früher kugelige oder elliptische Kern unregelmäßig wird, die Wimpern hören nach und nach auf sich zu bewegen und erscheinen dann als rigide Härchen. Die Zelle wird flach, unregelmäßig kontourirt, nimmt eine gekrümmte Gestalt an und die Wimpern resorbiren sich gänzlich. So sehen dann die »Schüppchen« aus, welche Schultze als abgerissene Cuticula auffasst. v. Graff hat solchen Process bei anderen Turbellarien als richtig bestätigt.

Noch interessanter ist die Beobachtung, wenn man zu dem untersuchten Objekte eine stark verdünnte Essigsäure zuthut. Dann schwellen die Hypodermiszellen noch stärker an und jede für sich tritt in ihren Umrissen über die Körperoberfläche hervor (Fig. 4′). Im ersten Momente erscheint sie als ein kesselförmiger Becher (*a*) und später als ein kegelförmiges Gebilde (*b*, *c*), dessen äußere Fläche sich stark vertieft und aus deren Vertiefung die allmählich absterbenden Wimperhaare hervor-

ragen (*c*). Schließlich sterben die Zellen ab und lösen sich vom Körper los.

Max Schultze hat bereits richtig hervorgehoben, dass Opistoma der Rhabditen gänzlich entbehrt.

Über die Muskelschichten habe ich nichts Besonderes mitzutheilen; die Ring- und Längsmuskelschicht ist an Schnitten gut nachweisbar; die gekreuzten Fasern zu sehen gelang mir nicht. Auch die dorsoventralen Muskeln sind nicht vorhanden. Dagegen sind auf der Bauchseite zwei Längsmuskel auffallend, welche zu beiden Seiten des Pharynx im Parenchym verlaufen und in der Region der Geschlechtsorgane seitlich am Hautmuskelschlauche inseriren (Fig. 2 *m*). Zwischen dem Pharynx und den Ausführungsgängen der Exkretionsorgane sind diese Längsmuskeln durch eine bogenförmige Kommissur verbunden (*cm*).

Das Körperparenchym ist nur schwach entwickelt; nur im vorderen und hinteren Körperende findet man eine größere Anhäufung der verschieden großen Bindegewebszellen, während durch die mächtige Entfaltung des Magens und der Geschlechtsorgane dasselbe weit zurücktritt. In dieser Region findet man an Querschnitten meist nur eine Lage von Zellen, die epithelartig die Muskelschichten des Leibesschlauches bedecken (Fig. 6 *p*); nur selten sind die Zellen in mehreren Schichten vorhanden, namentlich dort, wo die Exkretionsgefäße verlaufen (Fig. 7). Die Parenchymzellen des hinteren Körperendes sind sehr klein, ziemlich spärlich vorhanden, dagegen tritt die wässerige diffusgrünlich gefärbte Parenchymflüssigkeit reichlich hervor. Sie umspült die mit den Parenchymzellen belegten Wandungen des Leibesschlauches und der Geschlechtsorgane.

Dessgleichen findet man die Leibesflüssigkeit im vorderen Körperabschnitte in der Umgebung des Gehirnganglions und hier sind, sowohl an lebenden Thieren als an konservirten Präparaten, zweierlei Gebilde sehr auffallend. Zunächst sind es die Schleimdrüsen, die in verschiedenen Größen am vorderen Rande des Hautmuskelschlauches angebracht sind; die lateralen Drüsen stellen sehr schlanke Zellen (Fig. 10 *ks*) mit eirunden Kernen vor, während die großen birnförmig angeschwollenen und mit großen Kernen versehenen Schleimdrüsen mehr das Centrum des Leibesraumes einnehmen und mit langen Ausführungsgängen zwischen den Hypodermiszellen nach außen münden (Fig. 10 *gs*).

Noch auffallender sind die großen verästelten Zellen, die man füglich als Lymphoidzellen bezeichnen kann. Sie sind bald farblos, bald mit einer grobkörnigen Substanz versehen, die sich meist um den centralen Kern gruppirt und sich durch starke Lichtbrechung auszeichnet (Fig. 8 *pz*, Fig. 9) oder schließlich ist ihr Inhalt eine homogene

und glänzende braungefärbte Flüssigkeit, die sowohl den Zellkörper als die langen und verästelten Fortsätze erfüllt.

Die besprochenen Zellen sind offenbar umgebildete gewöhnliche Parenchymzellen; sie besetzen im vorderen Abschnitt die hier befindlichen Gewebe, vorzugsweise aber das Gehirnganglion, so dass man leicht zu der Ansicht verführt werden kann, dass sie als Deckzellen desselben dienen. Man trifft fast regelmäßig eine solche Zelle am vorderen Rande des Gehirnganglions (Fig. 8 *pz*, Fig. 10), welches sie mit sehr langen Fortsätzen von beiden Seiten umarmt und die durch faserige Struktur dieser Fortsätze leicht für eine große Ganglienzelle gehalten werden könnte. Ja, ich hielt sie anfänglich, als ich in dem bläschenartigen Zellkörper nur die grobkörnigen Konkretionen gefunden hatte, für ein Analogon der Otocyste; die späteren Befunde des Inhaltes haben mich aber von einer anderen physiologischen Funktion belehrt. An Schnitten durch das Gehirnganglion findet man diese kolossalen Zellen nicht nur an dessen Vorderrande, sondern auch zu beiden Seiten (Fig. 12 *pz*), ferner an den oberen und unteren Flächen (Fig. 14*a*, 14 *pz*) desselben. Nach der Beschaffenheit des Inhaltes dieser Zellen ist wohl die Ansicht berechtigt, dass man hier mit Phagocyten es zu thun hat. In ihrer Umgebung findet man auch die meisten Wimperflammen der Exkretionskapillaren.

Das Nervensystem. Max Schultze hat von dem Nervensysteme so viel dargestellt, was sich an den Quetschpräparaten der lebenden Thiere ermitteln lässt; er zeichnet jedoch das Gehirnganglion ein wenig nach hinten und die lateralen Nerven deutet er als dichte Büschel an. Sonst ist es ziemlich schwierig die Nervenzahl so genau zu ermitteln, wie neuerdings von anderen Rhabdocölen angegeben wird, was dadurch veranlasst wird, dass namentlich die vorderen Nerven so zahlreich verästelt sind, dass diese Nervenbüschel auch die seitlichen Nerven unkenntlich machen. An den Quer- und Längsschnittserien sind außerdem die Nervenverästelungen so dicht an einander gruppirt, dass man nicht immer verlässlich beurtheilen kann, welcher Nerv der Dorsal- oder Ventralseite des Gehirnganglions entspringt.

Ich verweise dabei auf die Abbildungen Fig. 10—12, 14, 14*a*, aus welchen hervorgeht, dass die Nerven sowohl dem Vorder- als Hinterrande des Gehirnganglions entspringen, dass sie ferner von der Rückenfläche beider Hälften ausstrahlen, um sich auf weiterem Verlaufe in feinere Äste zu verzweigen.

Fig. 14 stellt den hintersten Abschnitt des Gehirnganglions mit einem unteren, nach hinten sich begebenden Nervenaste (*un*) und einem oberen Nervenbüschel (*dn*) dar, aus welchem wenigstens fünf Nerven

ausstrahlen. In lebenden durchsichtigen Thieren kann man die hintersten Äste bis in die Region verfolgen (Fig. 8 *hn*), wo die Dotterstöcke und Hoden beginnen, und hier entsenden sie kurze seitliche Verästelungen (*1*, *2*, *3*), welche sich nach innen begeben, keinesfalls aber ziehen die hinteren Nervenäste bis in die hinterste Körperregion; selbst in dem durchsichtigen Körpertheile, wo sich die Geschlechtsorgane befinden, vermochte ich keine Nervenverästelungen wahrzunehmen.

Wie es sich mit den vorderen und seitlichen Nerven verhält, dürften die Fig. 10, 11, 14*a* veranschaulichen. In Fig. 14*a* (*vn.o*) sieht man einen dicken dorsalen ganglïös angeschwollenen Ast, der sich bald seitlich und nach vorn verästelt und die meisten Nerven abgiebt, welche im lebenden Thiere als dichte vordere Nervenbüschel so auffallend sind. Die Horizontalschnitte zeigen aber noch (Fig. 11 *vnu*, *1*—*3*), dass auch dem unteren Vorderrande beider Gehirnhälften eine Anzahl der Nerven entspringen, die ebenfalls meist den Vorderkörper versorgen. Eine bestimmte Anzahl solcher Nerven anzugeben ist aus dem oben erwähnten Grunde sehr schwierig; ich finde meist vier bis fünf solche Nervenäste, aber auch nur drei Nerven treten auf einem Horizontalschnitte hervor (Fig. 10 *1*—*3*); die hinteren drei Äste (Fig. 11 *4*—*6*) haben einen anderen Ursprungsort in dem Neuralreticulum als die vorderen.

Die Gestalt des Gehirnganglions, wie sie an lebenden Thieren am besten hervortritt, ist in Fig. 8. dargestellt; durch einen vorderen und hinteren Einschnitt ist das Gehirnganglion in zwei Hälften getheilt, die sich auch in histologischem Baue des Gehirnganglions wiederholen. Die ganze Oberfläche ist mit kleinen Ganglienzellen besetzt, die auch den größten Theil der peripheren Nerven begleiten. Auf jedem Nerven sind diese Zellen reihenartig angeordnet. Ob diese Belegzellen der Nervenäste als Ganglienzellen funktioniren, möchte ich bezweifeln; sie zeigen zwar dieselbe Struktur des Protoplasmas und der Kerne, sind aber bald rund, bald oval, niemals aber verästelt, d. h. in die Ganglienzellfortsätze auslaufend, wie die Zellen auf der Oberfläche des Gehirnganglions.

Das innere Neuralreticulum ist in seinen Strukturverhältnissen äußerst schwierig zu enträthseln. Hier nehmen die Seitennerven ihren Ursprung. Um daher ihre Beziehungen zu dem Neuralreticulum näher zu bestimmen, muss man Schnitte in den verschiedenen Richtungsebenen führen. An Querschnitten sieht man, dass das Reticulum aus zwei Hälften besteht (Fig. 14*a*); in der einen — oberen — verlaufen die feinen Fibrillen des Reticulums vorzugsweise in der Längsrichtung *nr*, während sie in der unteren Hälfte eine Querkommissur zwischen der

rechten und linken unteren Gehirnanschwellung bilden (*nr'*) und hier entspringen die hinteren Nerven (*hn*). Die Nachbarschnitte zeigen aber, dass die untere Kommissur einen Theil ihrer Fibrillen auch in die obere Hälfte des Neuralreticulums entsendet (*nr'*), dessen Verlauf sich vorzugsweise nach der Längsachse des Gehirnganglions richtet. Aus dem oberen Reticulum entspringen vornehmlich die vorderen Nerven (*vn.o*), werden daher auch mit den Theilen des unteren Reticulums versorgt, in Folge dessen eine Art Kreuzung der Reticulumsubstanz zu Stande kommt, wie man dieselbe am Gehirnganglion des lebenden Thieres gewissermaßen deutlich wahrnehmen kann.

An den Querschnittserien begegnete ich neben den besprochenen Nervenverästelungen fast an der Grenze zwischen der oberen und hinteren Hälfte des Gehirnganglions jederseits einem mehr oder weniger deutlich hervortretenden Lappen (Fig. 14, 14*a*, *lg*), welcher nur aus Ganglienzellen besteht.

Nur äußerst undeutlich erscheinen die Verhältnisse der Ganglienzellfortsätze zu dem Reticulum; ich konnte nur in einigen Fällen die Thatsache sicherstellen, dass der Hauptfortsatz einer Ganglienzelle in die Reticularsubstanz eintritt (Fig. 13 *gz*) und sich hier spurlos verästelt; doch schließe ich aus dieser Thatsache keinesfalls, dass das Reticulum aus diesen Verästelungen der Ganglienzellen zu Stande kommt, vielmehr bestehe ich auf den Angaben, welche ich über den Ursprung der fraglichen Substanz bei Oligochäten veröffentlicht habe [1]; ich werde wohl noch Gelegenheit haben auf diese Frage zurückzukommen.

Verdauungsapparat. Die runde Mundöffnung liegt beinahe im hinteren Körperdrittel (Fig. 2 *o*) und führt in eine ziemlich voluminöse, trichterförmige Pharynxscheide, welche letztere — wie die Längsschnitte sehr überzeugend beweisen, — eine Einstülpung der Körperhaut vorstellt. Betrachtet man die Mundöffnung an lebenden Thieren, so gewahrt man an deren Peripherie einen Kranz von großen Zellen, die sich durch einen getreiften plasmatischen Inhalt und stark glänzenden Kern auszeichnen (Fig. 17, 18 *mz*). Ihre Anzahl ist verschieden; einmal habe ich deren sechs, meist aber acht gefunden. Die Längsstreifung des Plasma nimmt nur die zwei unteren Drittel der Zellen ein, während der innerste Theil, in welchem der Kern liegt, sich durch einen hyalinen Inhalt auszeichnet. Wie nun die Längsschnitte durch die Pharynxtasche zeigen, sind diese Zellen als direkte Fortsetzung der Hypodermis aufzufassen (Fig. 18 *mz*) und unterscheiden sich von den gewöhnlichen Hypodermiszellen durch ihre Größe und keilförmige Gestalt. Weiter nach

[1] Entwicklungsgesch. Untersuchungen. p. 368—371.

innen der nach und nach sich erweiternden Tasche sind die Zellen sehr spärlich, dagegen sehr groß und flach. Man findet im mittleren Theile der Pharynxtasche nur äußerst wenige runde Kerne (Fig. 15 *k*) und die Zellgrenzen sind an gefärbten Präparaten überhaupt nicht nachweisbar. Erst am inneren Rande der Pharynxtasche findet man eine regelmäßige Anordnung der Zellen; sie umgeben kranzförmig den proximalen Theil der Tasche, zeichnen sich durch ihre Größe und Dicke, sowie durch die intensiver sich färbenden runden Kerne von den unteren aus (Fig. 15 *ep*). Meist habe ich in diesem inneren Kranze 12—13 Zellen gezählt.

Dieses innere Epithel der Schlundtasche ist nach außen, d. h. gegen die Leibesflüssigkeit, mit einer Muscularis belegt, welche aus unteren Ringfasern (Fig. 15 *rm*) und oberen Längsmuskeln (*lm*) bestehen. Die Ringfasern sind äußerst fein, blass und in bedeutenden Abständen von einander entfernt (*rm*); wegen ihrer Feinheit kann man sie leicht übersehen und ich habe sie nur an Flächenschnitten mit den stärksten Vergrößerungen wahrgenommen. Dagegen sind die Längsmuskeln bereits auf frischen Präparaten leicht nachweisbar; sie stellen starke Züge vor (Fig. 17), enthalten die innere kontraktile Substanz (*cs*) und äußere sarkolemmatische Umhüllung (*sl*), die jedoch an den tingirten Präparaten nicht deutlich hervortritt.

Der Pharynx selbst besteht, wie schon Max Schultze bemerkt, aus zwei Abschnitten, einem äußeren, eichelförmigen und einem inneren, röhrenförmigen Theile. »Beide sind gleich muskulös« und »zwischen den Muskeln findet man Gänge mit einer feinkörnigen Flüssigkeit gefüllt«. Diese Flüssigkeit ist an lebenden Thieren leicht zu beobachten; bei der Hervorstreckung des Pharynx zur Mundöffnung strömt sie zum äußeren Pharynxrande, während der Rückzüge kehrt sie zurück. Der äußere eichelförmige Pharynxabschnitt steckt während der Ruhe in der Schlundtasche, während der innere Pharynxtheil vom Leibesparenchym und der Leibesflüssigkeit umgeben ist. Die Oberfläche des äußeren Abschnittes ist mit äußerst feinen und kurzen Cilien besetzt, doch kann man weder an lebenden noch an konservirten Thieren eine zellige Grundlage dieser Wimpern ermitteln. An Schnitten findet man, dass die Muskelschicht des äußeren Pharynxabschnittes nicht mit einem Epithel, sondern nur mit einem protoplasmatischen (Fig. 18, 23 *pr*) und einem cuticulaartigen, glänzenden, und dicht porösen Saume (Fig. 18, 23 *c*) begrenzt ist. Theoretisch fasse ich dieses eigenthümliche Verhalten in der Weise auf, dass die epitheliale Schicht der Pharynxtasche sich auf den äußeren Pharynxrand fortsetzt, dass der plasmatische Theil auf Kosten der cuticularen Umhüllung und der Cilien reducirt wird. Ähnliches findet man bekanntlich auch an der ganzen Oberfläche des

Planarienschlundes. Der innere Theil des Pharynx von Opistoma entbehrt des erwähnten Saumes und wimpert daher nicht.

Der innere röhrenartige Pharynxtheil ist 0,25 mm lang und zeigt an Querschnitten nachfolgende Schichtung:

1) Die äußere Muscularis besteht aus den äußeren Längsmuskelfasern, welche auf der Peripherie des Pharynx rippenartig hervortreten und sich durch feine Streifung auszeichnen. Die Streifen stellen wahrscheinlich Querschnitte der Muskelfibrillen vor (Fig. 20 *elm*).

Auf die Längsmuskelfasern folgt nun die Ringmuskelschicht (*erm*); wie die Längsschnitte zeigen (Fig. 19, 24 *erm*), sind die Ringmuskelfasern ebenfalls nur in einer einzigen Schicht vorhanden und erscheinen als hyaline glänzende Pünktchen, welche hier mit den Radialmuskeln alterniren (*rdm*).

2) Die Pharynxhöhle ist ausgekleidet mit einer Plasmaschicht, in welcher mir die Kerne nachzuweisen gelang, dagegen ist hier eine mächtige in Falten zusammengelegte Cuticularschicht vorhanden (Fig. 20 *c*), in Folge dessen das Pharynxlumen als ein enger, länglicher Spalt erscheint; die Cuticula ist offenbar ein Produkt der vermuthlichen Plasmaschicht, die wiederum wenigstens ursprünglich das innere Epithel vorstellte, wie ein solches bei *Derostoma* von Lippitsch nachgewiesen wurde.

3) Auf die soeben besprochene Schicht folgen nun die inneren Muskelschichten, zunächst die Ring- und Längsmuskelschicht. Diese innere Ringmuskelschicht (*irm*) ist etwas mächtiger als die äußere, während die inneren kernlosen Längsmuskelfasern ebenfalls nur in einer einzigen Schicht vorhanden sind (*ilm*). Auch sie alterniren mit den proximalen Enden der Radialmuskeln, wie deren Distalenden mit den Ringmuskeln der äußeren Muscularis (vgl. Fig. 24 *rdm*).

4) Der innere weite Raum zwischen der äußeren und inneren Muscularis ist eingenommen 1) von den Radialmuskeln und 2) Speicheldrüsen. Ob auch hier ein Bindegewebe vorhanden ist, gelang mir nicht nachzuweisen. Betrachtet man die Pharynxoberfläche der lebenden Thiere, so ist die Anordnung der beiden erwähnten Bestandtheile sogleich in die Augen fallend. Man sieht nämlich der Länge nach ziehende Höhlen, welche mit einer grobkörnigen Flüssigkeit erfüllt sind; dies ist die Speichelflüssigkeit (Fig. 21, 22 *spd*). Mit den Höhlen alterniren die Radialmuskeln, deren Distalenden an der äußeren Muscularis inseriren und als glänzende, runde, elliptische oder unregelmäßig eingeschnürte Feldchen erscheinen (Fig. 21, 22 *rdm*).

Die Mannigfaltigkeit dieser Figuren rührt davon her, ob aus dieser Stelle nur eine oder mehrere, sich aber berührende Radialmuskelfasern

ausstrahlen (Fig. 25). Sonst sind dieselben bereits genügend von anderen Rhabdocölen bekannt. Die Speicheldrüsen stellen der ganzen Länge des Pharynx nach verlaufende Schläuche dar, welche aus je einer Zellreihe bestehen, wie die günstig geführten Längsschnitte zeigen. Die Zellen kommuniciren unter einander, oder besser, sind der ganzen Länge nach durchbohrt, so dass der Drüseninhalt in der ganzen Länge strömen kann. Die Drüsen können auch seitliche Aussackungen bilden (Fig. 22) und verengen sich im eichelförmigen Pharynxabschnitte zu schlanken Ausführungsgängen, die an der Peripherie des Pharynx nach außen münden (Fig. 19 *md*). Das Sekret der Speicheldrüsen erscheint als glänzende Tröpfchen, mit denen der ausgestülpte Pharynx reichlich an seiner Peripherie besetzt ist. Dort, wo die Speicheldrüse nach außen mündet, findet man ein feines Grübchen in der oben erwähnten Cuticularschicht (*md*).

An den Querschnitten habe ich überhaupt 24 Radialmuskeln und eben so viele Speicheldrüsen gefunden.

Der äußere, eichelförmige Pharynxabschnitt hat denselben histologischen Bau, nur verlaufen hier die Radialmuskeln schräg oder schwach bogenförmig.

Der Pharynx ist an der Körperwand durch drei Paar mächtige Muskeln befestigt, welche sich an der Übergangsstelle zwischen dem Pharynx und der Tasche ansetzen. Jeder Muskel besteht aus fünf bis acht hell glänzenden, in einer Fläche parallel neben einander verlaufenden kernlosen Fasern (Fig. 1, 15, 19, 23 *r*). Es sind offenbar Retraktoren, welche den Pharynx, nachdem dessen eichelförmiger Abschnitt sich ausgestülpt und die Nahrung aufgenommen hat — wieder zurückziehen können.

Zwischen dem Pharynx und dem Darme findet man noch einen dünnwandigen Abschnitt, welcher an lebenden Thieren sehr schwierig nachweisbar ist; es ist der Ösophagus, in welchem lang ausgezogene Drüsen einmünden.

Exkretionssystem. Einzelne Theile der Exkretionsorgane von Opistoma Schultzeanum, namentlich im hinteren Körpertheile, hat M. Schultze auch mit den Wimperflammen abgebildet. Es ist dabei nur auffallend, dass er die bei jedem Exemplare leicht nachweisbaren Ausführungsäste übersehen hat, indem er sie weder im Texte erwähnt, noch abbildet. Ganz verfehlt sind die Öffnungen von zwei Ästen, die er in Fig. 2 hinter dem Penis zeichnet, nach welcher Angabe v. Graff dafür hält, dass die Ausführungsäste durch zwei Öffnungen wie bei Derostoma nach außen münden (l. c. p. 366).

Bei jungen Exemplaren, wo die Geschlechtsorgane noch nicht ent-

wickelt sind, wird man wahrscheinlich bei der Durchsichtigkeit der Thiere den Verlauf auch der feinsten Exkretionszweige verfolgen können. Solche standen mir nicht zu Gebote und so kann ich nur theilweise über das Exkretionssystem berichten. Die Dotterstöcke, Hoden und der mit der Nahrung gefüllte Magen erlauben nicht die Exkretionsgefäße im Zusammenhange zu verfolgen. Eine sehr feine Verästelung der Exkretionsgefäße findet man im vorderen und hinteren Körperende und es ist nicht schwierig zahlreiche Wimperflammen in diesen Kapillaren zu beobachten, während dieselben in den stärkeren Ästen fehlen. Nach alledem, was ich sicherstellen konnte, verhält sich die Vertheilung der Exkretionsgefäße folgendermaßen:

Die stark verästelten Gänge begeben sich aus dem hinteren Körperende nach vorn, wobei namentlich in der Umgebung des Gehirnganglions zahlreiche Wimperflammen auf eine starke Verästelung der Hauptgefäße hinweisen. Die letzteren treten in dieser Körperregion namentlich zu beiden Seiten der hinteren Gehirnnerven sehr deutlich hervor, aber ihr weiterer Verlauf nach hinten lässt sich wegen der oben erwähnten Hoden und Dotterstöcke nicht verfolgen; erst in der Region, wo der Schlund in den Magen übergeht, sieht man die Fortsetzung der Hauptstämme in der Form von zwei glänzenden Kanälen, welche aber in diesem Verlaufe keine Nebenäste aufnehmen und daher die Ausführungsgänge des Exkretionsapparates vorstellen. Sie gehen von links und rechts zur Mittellinie der Bauchseite (Fig. 1, 2 *nf*) und schwellen in einer unbedeutenden Entfernung hinter der Mundöffnung ampullenartig an (Fig. 2 *a*). Diese Ampullen sind an der Leibeshaut derart befestigt, dass man ihre Ansatzumrisse leicht für äußere, selbständige Ausmündungen betrachten könnte. Dem ist aber nicht so; in der Hypodermis findet man unter den Ampullen keine Öffnungen und nur durch die Beobachtung des Exkretionsprocesses kann man die Ausmündungsstelle sicherstellen. Die Ampullen schwellen mehr und mehr an, indem sie sich mit einer wasserklaren Exkretionsflüssigkeit füllen, wobei schließlich noch ein V-förmiges Verbindungskanälchen zwischen beiden Ampullen hervortritt, welches mittels einer kleinen zwischen beiden Ampullen befindlichen Öffnung nach außen mündet (Fig. 2 *ep*). Die Öffnung selbst ist so klein, dass man sie leicht übersieht, nur eine unbedeutende Vertiefung in der Haut und eine lebhaftere Wimperung der Hypodermis-Cilien in deren Umgebung verräth ihr Vorhandensein.

An Querschnitten gelang es mir einzelne Theile der Exkretionsapparate sicherzustellen; namentlich im Vorderkörper fand ich im Parenchym links und rechts dickere Äste und ihre Verästelung (Fig. 7, 10 *nf*).

Geschlechtsapparat. Ende März waren die Geschlechtsorgane

vollständig angelegt, aber noch nicht thätig, d. h. die Dotterstöcke bestanden aus großen weißen Zellen, welche des bekannten fettartigen Inhaltes entbehrten und in den Hoden befanden sich noch keine Spermatozoen. Die Hoden reichten tief bis zur Penisscheide, in deren basalem Theile sich eine leere Samenblase befand. Die Spermatheca erschien zu dieser Zeit als ein centrales, scheinbar mit einer zähen Cuticula umgebenes Säckchen mit einem hyalinen peripherischen Höfchen, um welches sehr zahlreiche ebenfalls hyaline Drüsen angeordnet waren.

In dem Keimstocke befanden sich fünf in der Bildung begriffene Eier, der Uterus war selbstverständlich leer. Einige Tage später füllte sich die Vesicula seminalis mit Spermatozoen, und am 7. April traf ich zum ersten Male die sich begattenden Individuen.

Bevor ich durch eigene Beobachtungen die Geschlechtsorgane von Opistoma erkläre, erwähne ich die Angaben von M. Schultze, welcher ziemlich ausführlich diesen komplicirten Apparat darstellt, ohne jedoch denselben richtig erkannt zu haben. Er beschreibt die Hoden als zwei lange Schläuche, welche mit ihren blinden Enden bis zum Nervensystem des Vorderkörpers reichen, nach hinten dagegen in die Samengänge übergehen. Die letzteren münden dicht neben einander in ein flaschenförmiges Organ, welches hinten die Samenblase, weiter nach vorn den Penis enthält. Der Penis stellt einen langen gewundenen Kanal vor, dessen Wandungen im Inneren mit mehreren Reihen von Widerhaken besetzt sind und dessen dickeres äußeres Ende mit einer, ebenfalls mit Haken bedeckten Kappe versehen ist. Von der letzteren gehen nach hinten zwei harte Stäbchen aus, die nach vorn den Hals des flaschenförmigen Organs verschließen. Das letztere befindet sich in einer dünnwandigen bis zur Geschlechtsöffnung sich erstreckenden Scheide. Den ausgestülpten Penis fand Schultze bei einem abgestorbenen Exemplare, wobei die Häkchen die ganze Oberfläche der inneren Röhre bedeckten und die oben erwähnten Basalstäbchen als Stützorgane des Penis dienten.

Den weiblichen Apparat beschreibt M. Schultze als bestehend aus zwei Dotterstöcken, einem Keimstocke, der Scheide, dem Receptaculum und Uterus. Die Dotterstöcke münden neben einander unweit von der Mundöffnung in einen Raum, wo sich bei den geschlechtlich nicht entwickelten Thieren zahlreiche kleine Zellen und später die Dotterkörnchen befinden, und in dessen Mitte das Receptaculum seminis liegt. Zu dieser Stelle reicht von der Geschlechtsöffnung eine lange, zum Receptaculum sich verengende Scheide. Über diesem Raume, wo die Dotterstöcke einmünden, liegt der Eierstock, welcher 10—12 Eier enthält und neben ihm ein Eiersack, in welchen die Dottersubstanz und

»die Keimbläschen« herabtreten, um mit einer harten Schale bedeckt zu werden. Dieser Eierstock mündet in der Geschlechtsöffnung nach außen.

Befremdend sind nachfolgende Beobachtungen Schultze's:

Unmittelbar nach der Begattung ist das Receptaculum dicht mit Spermatozoen erfüllt, nach einigen Tagen ist es aber wieder leer und einzelne Spermapartien liegen wie encystirt entweder in dem Raume, wo die Dotterstöcke einmünden, oder außerhalb desselben. Diese Angabe Schultze's kann ich nicht bestätigen, vielmehr stimme ich mit v. Graff überein, dass die erwähnten Spermaballen durch die Dehiscenz der Hoden zu Stande kommen können, was wahrscheinlich am Ende der Geschlechtsreife vorkommt.

1) Die Geschlechtsöffnung und der Vorraum. Unmittelbar hinter dem Porus excretorius findet man die Geschlechtsöffnung als eine weit deutlichere mit einer Drüsenrosette zierlich umgebene Vertiefung der Haut (Fig. 2 *op*). Die Drüsen sind einzellig, mit einem klaren Inhalte und intensiv sich färbenden Kerne und langen Ausführungsgängen versehen, welche letzteren direkt in die Geschlechtsöffnung einzumünden scheinen (Fig. 27 *dr*). Gelingt es das Thier in der Profillage zu beobachten, so erkennt man das Verhältnis der Geschlechtsöffnung zum Antrum genitale (Fig. 26 *op*). Das letztere ist bekanntlich durch die Einstülpung der Haut nach innen entstanden, aber die Wandungen des Antrum sind viel höher als das Hypodermisepithel, namentlich in den jüngeren Stadien (Fig. 26, 27 *a*). Später erscheinen die Wandungen des Antrums viel niedriger, indem die Zellen flach werden. Die Geschlechtsöffnung wird durch einen sphinkterartigen Ringmuskel zusammengezogen (Fig. 27 *sph*). Das Antrum wird durch einen verästelten Längsmuskel an die Leibeswandung befestigt (Fig. 26 *m*).

In das Antrum genitale münden, beziehungsweise als dessen innere Aussackungen ergeben sich: 1) Die Penisscheide, 2) der gemeinschaftliche Ausführungsgang, 3) der Uterus.

2) Die männlichen Geschlechtsorgane bestehen aus zwei Hoden, zwei Samenleitern, einem Kopulationsorgane mit einer Vesicula seminalis und Prostatadrüsen.

Die Hoden sind zwei langgestreckte glatte Schläuche, die mit ihrem blinden Ende hinter dem Gehirnganglion anfangen und etwa in der Region des Pharynx allmählich sich zu Samenleitern verschmälern (Fig. 1 *v*). An Querschnitten liegen sie streng zu beiden Seiten des Magens, sind von einer sehr resistenten Tunica propria mit spärlichen Kernen umgeben, innerhalb welcher alle Stadien der Spermabildung sich befinden. Die entwickelten Spermatozoen nehmen meist das Centrum der Schläuche ein, später sind sie unregelmäßig zwischen den Spermazellen vertheilt.

Die Wandungen der Samenleiter verhalten sich übereinstimmend mit denen der Hoden, nur findet man die Kerne an Querschnitten weit spärlicher. Bei starker Anhäufung der reifen Spermatozoen in den Samenleitern entstehen die bekannten Ausweitungen (Fig. 26 *fs*) oder sog. falschen Samenblasen, wie sie v. Graff bezeichnet. Sie münden gesondert in die eigentliche Vesicula seminalis (*vs*) und zwar auf der Rückenfläche des Begattungsapparates (Fig. 31 *vs*).

Der letztere stellt bekanntlich eine Aussackung des Antrum-Epithels dar. Es ist ein Blindsack von flaschenförmiger Gestalt, welcher durch einen halsartigen, stark muskulösen Abschnitt in den Vorraum ausmündet (Fig. 26). Sein angeschwollener Theil besteht aus einer äußeren sehr derben und dicken muskulösen Umhüllung, in welcher mir die langgestreckten Kerne nur selten nachzuweisen gelang (Fig. 31 *m*). Darunter befindet sich eine zellige Schicht, bestehend aus sehr flachen Zellen, deren Kerne sich sehr stark im Pikrokarmin färben (Fig. 31 *l*). Nur eine Zelle dieser Schicht zeichnet sich durch auffallende Merkmale aus; es ist eine Ringzelle mit einem hyalinen Plasmainhalte und kolossalem Kerne mit Kernkörperchen (Fig. 26, 31 *rz*). Durch seine Größe und sonstige Eigenschaften erinnert der Kern dieser großen Ringzelle an die Kerne der Eizellen. Die Zelle selbst umgiebt ringförmig die chitinöse Mündung der Penisscheide (Fig. 30 *ch*). Ihre Bedeutung ist mir unklar geblieben, da es mir nicht gelang das ausgestülpte Kopulationsorgan zu Gesicht zu bekommen: doch glaube ich, dass sie gerade zur Ausscheidung der chitinösen Mündung der Penisscheide dient. Als Penisscheide betrachte ich nämlich das bisher beschriebene flaschenförmige Organ, dessen Mündung sich eben durch die erwähnte chitinisirte Umrandung auszeichnet. Die Chitinmembran färbt sich an Dauerpräparaten diffus im ganzen Umkreise der Mündung, während sie sich im optischen Längsschnitte als zwei zu beiden Seiten der Mündung stehende Stäbe kund giebt (Fig. 31 *ch*), wie sie auch von O. Schmidt und M. Schultze gedeutet wurde. Meine Deutung, dass das Chitin nur aus der Ringzelle ausgeschieden wird, unterstütze ich nur aus der Betrachtung der Querschnitte (Fig. 30); man sieht hier, dass die innere Chitinwandung (*ch*) mit dem sie ringsum umgebenden Zellplasma zusammenhängt (*rz*).

Die Penisscheide selbst ist nun durch eine zellige Membran, deren intensiv sich färbende Kerne ziemlich dicht neben einander stehen, in zwei Kammern getheilt; die hintere stellt die Vesicula seminalis vor, während die vordere Kammer das Kopulationsorgan enthält.

Die Samenblase (Fig. 31 *vs*) stellt bei den jungen Thieren ein kugliges, wahrscheinlich mit einer hyalinen Flüssigkeit gefülltes Säckchen

vor, welches sich später mit den Spermatozoen füllt, wo sie jedoch noch nicht beweglich sind, wodurch sie sich von den im Receptaculum befindlichen unterscheiden. Dasselbe habe ich sonst auch bei Vortex und Derostoma beobachtet.

In der vorderen Kammer der Penisscheide befindet sich das zu jeder Zeit und in jeder Lage des Thieres leicht zu beobachtende Kopulationsorgan (*p*), oder der eigentliche Penis. Derselbe beginnt nach vorn mit einem rüsselartigen Köpfchen (*pk*), welches aus zahlreichen (etwa 16), leicht gebogenen langen Häkchen besteht. Der weitere Theil des Penis ist eine mit Widerhaken besetzte und eine Schlinge bildende Röhre, die nach und nach enger wird und schließlich durch einen hellwandigen Kanal in die Samenblase übergeht.

Besondere zwei Stützstäbchen, in welche der Penisrüssel nach Schmidt und Schultze übergehen sollte, existiren nicht. Die Ausstülpung des Penis, welche die äußere Form desselben erklären würde, gelang mir nicht zu erreichen; weder durch das Zerreißen mit den Nadeln, noch während der Begattung vermochte ich den Penis in der Gestalt zu sehen, wie Schultze sie veranschaulicht.

Neben den genannten Komponenten der Penisscheide kann man bei jeder Gelegenheit besondere mehr oder weniger zahlreiche, gewundene und mit einem glänzenden Inhalte erfüllte Schlingen beobachten, die sich an den Anfangstheil des Penis anschmiegen und in günstigen Fällen auch feine Kanälchen enthalten. Ihren Ursprung kann man nicht ermitteln; es scheint mir aber, dass diese so verschieden in der Gestalt sich verhaltenden Schlingen das Sekret der Prostatadrüsen vorstellen. Eine »Vesicula granulorum«, die bei Vortex und Derostoma so allgemein und überzeugend hervortritt, existirt bei Opistoma nicht, obwohl die homologen Drüsen, welche ich als Prostatadrüsen auffasse, auch bei der letztgenannten Gattung sehr ausgebildet sind. Man kann sie namentlich bei jungen Exemplaren beobachten. Sie sind in verschiedener Anzahl und Größe zu beiden Seiten der »falschen Samenblasen« entwickelt; meist habe ich drei bis vier einzellige große Drüsen beobachtet welche mit einem schlanken Ausführungsgange zugleich mit den Samenleitern in die Öffnung der Penisscheide einmünden (Fig. 31 *pd*). Sie sind stark angeschwollen, keilförmig, und mit einer gelblichen, ein wenig lichtbrechenden Substanz erfüllt, während gegen den Ausführkanal eine feinkörnige, wahrscheinlich schmierartige Substanz vorhanden ist, in welcher sich der Kern befindet. Ihr Sekret gelangt offenbar gleichzeitig mit Sperma in die Samenblase, ist hier jedoch theils wegen seiner schmierigen und desshalb wenig körnigen Beschaffenheit, theils wegen der vorherrschenden Masse der Spermatozoen nicht nach-

weisbar. Trotzdem scheint mir nach alledem, was ich beobachten konnte, dass sich das Sekret schließlich am distalen Ende der Vesicula, d. h. an der Basis des Penis in den erwähnten Schlingen anhäuft, welche sich wahrscheinlich mit den Ausführungsgängen der Prostatadrüsen in direktem Zusammenhange befinden.

3) Die weiblichen Geschlechtsorgane bestehen aus einem Keimstocke, zwei Dotterstöcken, einer Spermatheca, einem Uterus, verschiedenen accessorischen Drüsen und einem Ductus communis.

a) Der Keimstock liegt, wenn man das Opistoma von der Bauchseite betrachtet, auf der rechten Seite und besteht aus den bekannten Theilen, in welchen die allerjüngsten Keime sich befinden und ferner aus einem Abschnitte, wo die bereits bestimmt geformten Eier reihenartig nach der Altersstufe gelagert sind (Fig. 31 *ks*). Ich habe darüber nichts Neues mitzutheilen, nur bemerke ich, dass die äußere Umhüllung des Keimstockes aus ziemlich spärlichen sehr flachen Zellen besteht, deren Kerne sich intensiv färben. Die Anzahl der völlig gebildeten Keime beträgt meist fünf, seltener sechs bis sieben; mehr habe ich niemals gesehen. Das älteste Ei ragt in den Eileiter, dessen Wandung dieselbe Struktur hat wie der Keimstock. Dieser Abschnitt unterscheidet sich von allen mir bekannten Rhabdocölen dadurch, dass er stets mit einem eigenthümlichen Inhalte erfüllt ist (Fig. 31 *ek*). Es sind hyaline Tröpfchen, deren Ursprung ich mir nicht erklären kann; äußerlich ähneln sie ganz denselben Elementen, welche man in den im Uterus befindlichen Kokons findet, und welche bekanntlich nur von den Dotterstöcken herrühren. Es ist auch möglich, dass die erwähnte Eileiterkammer sich bereits sehr früh mit den Dotterelementen anfüllt.

b) Die Dotterstöcke kommuniciren nämlich mit dem offenen Ende der erwähnten Kammer durch einen gemeinschaftlichen, verschmälerten und dünnwandigen Ausführungsgang, doch gelang mir niemals deren Elemente im Momente des Austrittes zu beobachten. Die Dotterstöcke bestehen in der Jugend aus blassen Zellen, die sich erst nachträglich mit den Dotterkügelchen füllen. Sie verlaufen längs des ganzen Vorderkörpers auf der Bauchseite, wonach sie sich in der Region des Pharynx auf die Rückenseite begeben, um schließlich etwas seitlich von der Medianlinie des Körpers zu verlaufen und sich hier zu einem gemeinschaftlichen Ausführungsgang zu verbinden (Fig. 31 *dg*). Die Angabe M. Schultze's, dass die Dotterstöcke »neben einander dicht neben der Mundöffnung in einen Raum, welcher vor der Geschlechtsreife viele kleine gekernte Zellen, später Dotterkörnchen enthält« münden, ist jedenfalls unrichtig, wie dessen ganze Darstellung des weiblichen Geschlechtsapparates verfehlt ist.

Über die histologische Struktur der Dotterstöcke habe ich nichts Besonderes zu bemerken.

c) Eigenthümlich für Opistoma gestaltet sich die Spermatheca. Gegenüber der Ausmündung der Dotterstöcke in den Ductus communis öffnet sich durch ihren Ausführungskanal die Spermatheca. In den jungen Würmern ist dieselbe sehr auffallend, jedoch in ihrer physiologischen Funktion schwierig zu enträthseln, indem sie sich ganz anders verhält als in den völlig geschlechtsreifen Thieren. Bei jungen verhält sie sich folgendermaßen. Ihre Wandungen bestehen aus kolossalen keilförmigen Drüsenzellen (Fig. 32 *ep*) mit einem Anfangs ganz hyalinen, später feinkörnigem Inhalte (*rs*), in welchem ein runder ziemlich großer Kern liegt. Die Zellen sind radienartig um eine Centralhöhle zusammengestellt, die in diesem Stadium um so auffallender ist, als hier ein cystenförmiges Säckchen durch seinen lichtbrechenden Inhalt sofort die Aufmerksamkeit des Beobachters fesselt. Die Wandung des Säckchens ist glatt und offenbar chitinös (*ch*), nach innen mit starken Borsten besetzt. Es enthält eine klare, glänzende Flüssigkeit, nach außen ist es jedoch durch einen hellen Raum von den Wandungen der Spermatheca getrennt.

Es war ziemlich schwierig die Natur dieser centralen Blase zu ermitteln und es gelang mir erst später eine annähernd richtige Ansicht darüber zu gewinnen. Die Spermatheca legt sich offenbar sehr früh an und zwar als ein durch die erwähnten Keilzellen begrenzter Hohlraum mit seinem kanälchenartigen Stiele, der in seinem Innern mit Flimmercilien ausgestattet ist (Fig. 32 *rsd*). Der innere Raum der jungen Spermatheca ist mit einer Cuticularmembran ausgestattet, durch welche die Cilien in das Innere des Organs hineinragen. Später vergrößert sich das Organ, sowie dessen innerer Raum, wogegen sich die cuticulare innere Hülle nicht vergrößern kann; sie trennt sich daher von der zelligen Basis los, um dann als die oben beschriebene Blase so lange zu existiren, bis die Spermatozoen den peripheren Raum zu erfüllen beginnen.

Und in diesem Stadium ist die Spermatheca in Fig. 31 *rs* dargestellt. Die Wandungen derselben fangen an eine neue Gestalt anzunehmen, indem der frühere klare Inhalt der Zellen sich zuerst in der nächsten Umgebung der Centralhöhle zu einer grobkörnigen Substanz umzuwandeln beginnt. Nach und nach vermehren sich diese kernartigen Kügelchen, und an der reifen Spermatheca sieht man die Zellen mit denselben ganz erfüllt (Fig. 31 *rs*). M. Schultze hat dieselben als Dotterkörnchen gedeutet.

Nach der Begattung sammeln sich die Spermatozoen zuerst in der freien Umgebung um die cuticulare Blase (Fig. 32), und wenn sie in größerer Menge vorhanden ist, so verdrängen sie die letztere in der

Weise, dass sie als ein geschrumpftes, cuticulares Fetzchen innerhalb der Spermatheca kaum zu erkennen ist, um so mehr, als ihr früher so auffallend glänzender Inhalt verschwunden ist.

Die inneren Umrisse der reifen Spermatheca sind sehr unregelmäßig, obwohl sich an den Wandungen eine neue, aber weit dünnere Cuticula entwickelt hat (Fig. 31 *c*). Die hier enthaltenen Spermatozoen bewegen sich sehr lebhaft in einer feinkörnigen Flüssigkeit, die theils vom Sekrete der Prostatadrüsen, theils von den kugeligen kurzgestielten hyalinen Drüsen herrührt, welche die Mündung und den Stiel der Spermatheca (Fig. 31 *drs*) besetzen.

Max Schultze ließ nun die Spermatheca mit dem Ductus communis — oder wie er denselben bezeichnet, mit der Scheide — direkt zusammenhängen, so dass die letztere den eigentlichen Stiel der Spermatheca vorstellen sollte. Dem ist aber nicht so. Zwar ist die Sicherstellung des wahren Sachverhaltes in dieser Beziehung sehr schwierig wegen des komplicirten Zusammenhanges einzelner Komponenten und durch das Vorhandensein großer und zahlreicher accessorischer Drüsen, indessen gelingt es nach einiger Mühe und durch die Beobachtung des Thieres in verschiedenen Lagen, die interessanten Wechselbeziehungen zwischen den in Rede stehenden Organen zu erkennen.

Der Stiel oder Gang der Spermatheca ragt nämlich mittels einer trichterförmigen Mündung in den Ductus communis; diese Mündung ist zweilippig, die Wandungen des Ganges sind klar, das Lumen mit langen, aber spärlichen geißelartigen Wimpern ausgestattet. Die Spermatheca ist höchst wahrscheinlich durch die Ausstülpung des Ductus communis entstanden, wofür die innere chitinöse Ausstattung derselben spricht.

d) Ich beabsichtige nun eingehender das Organ zu besprechen, welches im Vorigen als »Ductus communis« bezeichnet wurde. M. Schultze nennt diesen Gang »Scheide«, und es wäre auch passend diese Bezeichnung beizubehalten, zumal ich bei den sich begattenden Thieren gesehen habe, dass das Kopulationsorgan beinahe bis zum Ende des Organs, d. h. bis in die Nähe der Spermatheca eindringt. In Anbetracht der Thatsache aber, dass in der späteren Geschlechtsthätigkeit sowohl die befruchteten Eier als die Dotterelemente und das schalenbildende Sekret diesen muskulösen Gang passiren müssen, betrachte ich es als zweckmäßig denselben als Ductus communis zu bezeichnen.

Er stellt eine und zwar die mächtigste Aussackung des Antrums vor (Fig. 26, 31 *dc*), welche gegen die Rückenseite des Thieres in einer Umbiegung zieht und hier durch sein verschmälertes Proximalende sich mit dem Eileiter verbindet. Dass dem so ist, bewiesen die mittels

der Nadeln ausspräparirten Geschlechtsorgane, sowie die günstig geführten Schnitte (Fig. 33 *dc*).

An seinem Übergange zum Ductus communis verschmälert sich ein wenig das Antrum, und von hier an ist das Organ durch seine muskulösen Wandungen, sowie durch das weite Lumen sehr auffallend. Kurz vor seiner Verbindung mit dem Eileiter schwillt der Ductus communis bedeutend an; es ist an der Stelle, wo er die Schalendrüsen (Fig. 31, 33 *schd*) aufnimmt.

Nach innen ist das ziemlich flache Epithel des Ductus mit einer cuticularen Membran ausgestattet, nach außen mit einer mächtigen Längs- und Ringmuskelschicht versehen. Namentlich treten die Ringmuskel als glänzende Reifen hervor, und in Folge der Kontraktion derselben ist der Ductus der ganzen Länge nach bald zusammengezogen, bald erweitert.

Die Schalendrüsen (Fig. 31 *schd*) sind zu zwei Gruppen vereinigte große, keilförmige Zellen mit einem im Leben feinkörnigen, an konservirten Thieren mit homogenem diffus sich färbenden Inhalte. Ihre runden, mit reichlicher chromatischer Substanz und kleinen Kernkörperchen versehenen Kerne liegen dem distalen Ende nahe oder in der Mitte der Zellen, deren Ausführungsgänge nur allmählich sich gegen die Wandungen des Ductus communis verschmälern.

e) Die dritte Aussackung des Antrums stellt den Uterus vor (Fig. 26, 31 *ut*), welcher sich neben dem Pharynx erstreckt und einen mächtigen durchsichtigen Sack von demselben Bau, wie der Ductus communis vorstellt, nur sind die Muskelschichten weit schwächer entwickelt als dort. M. Schultze spricht von einem bis fünf Kokons, welche sich im Uterus befinden, ich habe meist einen, und nur in zwei Fällen zwei Kokons gefunden. Bemerken muss ich noch, dass ich bei einigen Individuen auch Kokons vorfand, bei welchen sowohl die Vesicula seminalis als Spermatheca leer waren.

Verwandtschaftsbeziehungen. Schmidt hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass Opistoma mit Vortex sehr nahe verwandt ist, und »wohl einmal zu den Vorticinen zu ziehen sein dürfte«. L. v. Graff vereinigte thatsächlich die letztgenannten und andere Gattungen als nächst verwandt zu einer Familie der Vorticiden, welcher Auffassung man beipflichten muss, wenn man die Charaktere von Opistoma mit der Diagnose dieser Familie, wie sie v. Graff vorschlägt, vergleicht. Es sind vorzugsweise der Pharynx und die Geschlechtsorgane. Zwar kann man die Gestalt des erstgenannten Organs nicht als »doliiformis« oder »tonnenförmig« bezeichnen, indem es bei Opistoma eine Röhrenform angenommen hat. Diese letztere bringt offenbar mit sich,

dass sich auch das in der Schlundtasche steckende eichelförmige Mundstück verhältnismäßig verlängert hat. Dass der Pharynx von Opistoma nur dem tonnenförmigen Schlunde von Vortex und Derostoma entsprechen kann, beweist sein histologischer Bau. Dieselben Muskelschichten, die v. Graff bei Vortex gefunden hat, wiederholen sich bei der uns beschäftigenden Gattung. Die Speicheldrüsen, oder wie sie v. Graff bezeichnet, Pharyngealzellen, liegen bei Vortex zwar nur vereinzelt und sind von geringer Größe, während die von Opistoma mächtig entwickelt sind und eher an dieselben Organe der Mesostomiden erinnern. Indess glaube ich, dass diese Organe nicht von Belang sind, und außerdem findet man bei den verwandten Derostomeen eben solche Entfaltung der Speicheldrüsen wie bei Opistoma.

Was die Geschlechtsorgane anbelangt, so scheinen sie bei Opistoma viel komplicirter gebaut zu sein als die von Vortex und Derostoma — ich berücksichtige nur die Vorticiden-Gattungen, welche ich selbst verglichen habe —, indessen findet man bei näherer Betrachtung ihrer Komponenten bei den drei genannten Gattungen keine so tiefgreifenden Unterschiede, als dass man Opistoma als Repräsentanten einer besonderen Familie betrachten sollte. Wir müssen zu diesem Zwecke auch die übrigen Gattungen, vornehmlich *Derostoma* und *Vortex* eingehender in Vergleich ziehen und vornehmlich die Geschlechtsorgane dieser Gattungen berücksichtigen.

II. Der Geschlechtsapparat der Derostomeen.

Die Gattung Derostoma ist in Böhmen sehr verbreitet; in den sumpfigen Wässern, an deren Grunde zahlreiche Tubifex- und die Limnodrilus-Arten vorkommen, findet man ganz gewiss eine oder mehrere Derostoma-Arten, von denen D. unipunctatum zu den gemeinsten gehört; mit ihm kommen gleichzeitig auch die weiter unten nach dem Geschlechtsapparate analysirten drei andere Species vor, von denen bereits eine, nämlich *D. typhlops* vor Jahren von mir entdeckt und eingehender von Sekera beschrieben wurde. Da auch unlängst der erstgenannten Art von Seiten Lippitsch', eines Schülers von v. Graff, Aufmerksamkeit geschenkt wurde, und außerdem schon früher Braun detaillirte Angaben über drei Arten geliefert hat, so scheint es fast unmöglich etwas Neues über die in Rede stehende Gattung zu berichten. Einerseits aber die nothwendige Vergleichung des Geschlechtsapparates von Opistoma mit dem des Derostoma, andererseits die oben erwähnten Arbeiten verursachten, dass ich dem letztgenannten Genus einige Aufmerksamkeit widmete, um dessen Geschlechtsorgane eingehender zu erkennen.

In dem Schlamme des Klecaner Teiches bei Prag, welcher im November in mein Institut gebracht wurde, erschienen etwa in 14 Tagen massenhaft Derostoma und zwar sogleich in vier Arten, welche in nachfolgender Reihe der Entwicklung zum Vorschein kamen: Zuerst und in der größten Menge *D. unipunctatum*, dann etwas spärlicher *D. anophthalmum* n. sp., noch später das kleinste von allen Arten *D. gracile* n. sp. und schließlich *D. typhlops* Vejd. So konnte ich die in Rede stehende Frage über den Geschlechtsapparat von Derostoma an lebendem Material lösen, welche Methode für die Erkenntnis der allgemeinen Lage- und Formbeziehungen weit vortheilhafter ist, als die Schnittmethode, obwohl ich auch derselben mich bedient habe.

Mit Bezug auf die morphologische Bedeutung einzelner Komponenten des Geschlechtsapparates ist es höchst wünschenswerth auch dessen Entwicklung zu erkennen, welches Gebiet bei den Turbellarien bisher fast gänzlich vernachlässigt ist, was sich dadurch erklärt, dass sich der ganze Apparat allzu früh anlegt und seine Bestandtheile bald nach der Anlage bereits thätig sind. Meine Erfahrungen sind auch in dieser Hinsicht sehr lückenhaft, doch dürften sie auch einiges Licht auf die ersten Phasen der Geschlechtsorgane werfen.

In einem jungen, 1,5 mm langen *Derostoma anophthalmum* legen sich die Ausführungsgänge und der Keimstock folgendermaßen an: In der Medianlinie der Bauchseite, etwa in dem ersten Körperdrittel, erscheint eine voluminöse, unregelmäßig umschriebene Hautvertiefung (Fig. 37 *op*), welche mit großen, mit einem hyalinen Plasma und runden Kernen versehenen Zellen ausgestattet ist. Dieses Epithel entspricht der Hypodermis und es ist klar, dass sich dieselbe nach innen eingestülpt hat. Thatsächlich führt nun diese Öffnung in eine geräumige Höhlung, in welcher sich das besagte Epithel fortsetzt und nach außen mit einer mächtigen Muskellage versehen ist (Fig. 37 *a*). Diese Höhle stellt das primäre Antrum vor, aus welchem sich noch weiter nach vorn zwei sekundäre Ausstülpungen bilden. Die eine, rechte, stellt einen langen, dickwandigen Cylinder vor, welcher nach außen mit einer schwachen Längs- und Ringmuskelschicht, nach innen mit hohem Epithel ausgestattet ist (Fig. 37 *dc*). Die Lichtung dieser Röhre ist unbedeutend und erscheint als ein sehr enges Kanälchen, welches erst an seinem Ende zu einem hellen, dünnwandigen Blindsacke anschwillt.

Die linke Ausstülpung des primären Antrums ist dagegen in unserem Stadium bereits zum männlichen Penisapparat differenzirt (Fig. 37 *psch*) und enthält auch das sich anlegende, mit kleinen Häkchen besetzte Kopulationsorgan (*p*). Die Bildung dieses Apparates habe

ich nicht weiter untersucht, bin aber überzeugt, dass er sich ursprünglich als eine einfache Ausstülpung des primären Antrums anlegt.

Zu beiden Seiten des letzteren befindet sich links und rechts je ein mächtiger birnförmiger Lappen, welcher mit dem verengten Ende an den Wandungen des Antrums angebracht ist, mit dem freien Ende dagegen in das anliegende Parenchym hineinragt (Fig. 37 *zb*). Jeder Lappen besteht aus einer Anzahl hyaliner Zellen, die geldrollenartig angeordnet sind und einem Keimstocke nicht unähnlich erscheinen. Wahrscheinlich entstanden diese Zellen durch reihenförmige Proliferation der Antrumzellen, eben so wie eine große Zelle an der Basis der Penisscheide (Fig. 37 *d*).

Welche physiologische Bedeutung die in Rede stehenden Lappen haben können, vermag ich nicht zu entscheiden. Sie sind charakteristisch für sämmtliche Derostoma-Arten, wo sie auch zu beiden Seiten des völlig entwickelten Antrum superius vorhanden sind, wo aber die distalen Zellen der Lappen bandartig verlängert sind und sich an den Hautmuskelschlauch ansetzen (Fig. 34 *zb*). Wahrscheinlich dienen sie zur Befestigung des später als Uterus funktionirenden Antrum superius zum Hautmuskelschlauche; nie aber darf man sie mit den an der Peripherie des Uterus befindlichen einzelligen Drüsen vergleichen. Sonst habe ich die gleich sich gestaltenden Lappen auch am Antrum von *Mesostoma personatum* sichergestellt.

Zu den weiteren Bestandtheilen des jugendlichen Geschlechtsapparates, von welchem jedoch sich nicht nachweisen lässt, dass sie durch die Einstülpung des Hautmuskelschlauches direkt entstanden sind, sondern die eher als aus inneren Geweben gebildete Organe zu betrachten sind, gehören:

1) Ein stark geschrumpfter Sack, welcher sich dem blind geschlossenen Ende des rechten Ganges (*dc*) anlegt. In Fig. 37 (*rs*) sieht man, dass dieser Sack aus großen mit klarem Plasma erfüllten Zellen besteht, die nach innen eine cuticulare, stark gefaltete Membran ausscheiden, so dass hier von einem Lumen keine Rede sein kann. Es ist dies die Anlage der Spermatheca, von der man annehmen darf, dass sie als eine Aussackung der rechten Antrumausstülpung zu betrachten ist. Es geschieht dies an der Stelle, wo wir das blinde Ende der Aussackung sichergestellt haben. Wir haben es daher mit denselben Verhältnissen zu thun, wie bei Opistoma, bei welchem wir die Spermatheca als wahrscheinlich von dem Ductus communis entstanden betrachten. Die rechte Aussackung des Antrums von Derostoma stellt daher die Anlage des Ductus communis (*dc*) vor.

Von der Spermatheca sehen wir an unserer Abbildung (Fig. 37 *rs*)

nur den unteren Theil; der obere biegt sich in der Medianlinie zur Wand des Darmes um und ist daher sein Proximalende ziemlich schwierig zu sehen.

2) Der zweite Bestandtheil des Geschlechtsapparates, welcher jedenfalls nicht aus der oben besprochenen Einstülpung des Hautmuskelschlauches entsteht, stellt die Anlage des Keimstockes vor. Es ist eine große birnförmige Geschlechtszelle (Fig. 37 *gc*), deren verengtes Ende direkt in der Medianlinie des Körpers, oberhalb der Spermatheca-Anlage befestigt ist, während der angeschwollene Theil derselben sich bogenförmig zur Bauchseite umbiegt und seitlich von der Anlage des Ductus communis aufhört. Dieses Stadium der Geschlechtszelle ist leider nur höchst selten anzutreffen, ja mir gelang es nur einmal es zu sehen, so dass man schließen muss, dass sie sehr früh und rasch eine Theilung zu Eikeimen eingeht. Als ich das Stadium kennen gelernt habe, in welchem man die ursprüngliche Geschlechtszelle findet, verfertigte ich die Abbildung, wie sie eben in Fig. 37 möglichst genau wiedergegeben ist. Die Messungen habe ich leider nicht vorgenommen; später aber habe ich schon nur den gewöhnlichen Keimstock mit Eikeimen vorgefunden. Es geht aber aus der vorliegenden Beobachtung hervor, dass sich der Keimstock als eine einzige große Geschlechtszelle anlegt, aus der erst durch nachfolgende rasche Theilung das Keimlager zu Stande kommt. Histologisch unterscheidet sich die Geschlechtszelle von den Eikeimen. Sie ist mit einer feinen Membran umgrenzt, ihr Inhalt ist ein dichtes, feinkörniges, gleichmäßig vertheiltes Protoplasma. In dem erweiterten unteren Ende der Geschlechtszelle befindet sich ein ellipsoider, mit fast homogenem Plasma versehener Kern (*n*) mit einem kleinen, glänzenden und excentrisch liegenden Kernkörperchen. Durch diesen Kern erinnert die Zelle an eine Gewebszelle. Der Kern ist in unserem Stadium mit einem breiten, unregelmäßig gelappten hyalinen Hof umgeben, nach welchem Umstande man urtheilen darf, dass die Zelle eben sich zur Theilung anschickt.

Die Geschlechtszelle ist bisher isolirt, d. h. sie liegt im Körperparenchym, ohne mit einem Ausführungsgange mit dem Ductus communis verbunden zu sein. Bei Opistoma haben wir den Keimstock mit platten Zellen bedeckt gefunden, und Ähnliches findet man auch an dem Keimstocke der geschlechtsreifen Derostomeen, wie auch richtig Braun und Lippitsch bei *D. unipunctatum* gefunden haben. Man darf mit Recht annehmen, dass diese »Tunica propria« ebenfalls aus den äußersten Theilungsprodukten der Geschlechtszelle zu Stande kommt. Bei Derostoma kann man diese Ansicht, allerdings recht schwierig, durch überzeugende Thatsachen unterstützen, dagegen liefert der Keimstock von

Vortex (Fig. 57 *Ks*) hierfür die verlässlichste Stütze. Die Deckzellen des Keimstockes haben denselben histologischen Charakter wie die jüngsten Keimzellen, wie man sich leicht davon überzeugt, wenn man den Keimstock sorgfältig im Wasser ausspräparirt. Durch die Wirkung des Wassers schwillt die Keimstockmembran in der Weise an, dass sie ein schönes Epithel vorstellt, dessen Zellen und Kerne mit dem des Keimlagers vollständig übereinstimmen.

Aus den im Vorigen dargestellten embryonalen Komponenten entsteht der komplicirte Apparat, wie man ihn bei den geschlechtsreifen Derostomeen findet. In dieser Hinsicht stimmen alle vier beobachteten Arten überein. In der ersten Reihe entsteht eine Differenzirung des primären Antrums zu einem Antrum inferius und einem Antrum superius. Ich bediene mich der von Lippitsch eingeführten Termini aus dem Grunde, weil diese Abtheilungen des primären Antrums bei den geschlechtsreifen Thieren in der entsprechenden Lage sich befinden. Bei den ersten Vorgängen der Differenzirung stellen aber die Abschnitte eine vordere und hintere Höhlung vor, wesshalb sie richtiger als Antrum posterius (inferius L.) und anterius (superius L.) bezeichnet werden sollten. Durch das raschere Wachsthum erstreckt sich das Antrum anterius theilweise unter das A. posterius, und so entsteht der doppelte Vorraum des Apparates, wie man ihn bei den geschlechtsreifen Thieren antrifft. Die Differenzirung des primären Antrums wird dadurch eingeleitet, dass sich seine Wandungen in der Zone unter den Zelllappen tiefer einschnüren, wonach die beiden Abtheilungen äußerlich nach den vorherrschenden Muskelschichten kenntlich sind. In dem Antrum posterius ist die Ringmuskelschicht (Fig. 37*a*, *ap*) bedeutender entwickelt als die Längsmuskelschicht, in dem Antrum anterius umgekehrt.

Zu dieser Zeit ist bereits der Keimstock mit einer Reihe junger Eikeime versehen und durch einen kurzen Eileiter mit dem Ductus communis verbunden. Die Spermatheca ist schon hohl.

Nach dieser entwicklungsgeschichtlichen Darstellung kann man die einzelnen Komponenten des reifen Geschlechtsapparates genauer betrachten.

1) Das Antrum inferius beginnt mit einer runden Öffnung (Fig. 35 *op*), welche je nach der Kontraktion oder Dilatation der hier radial angeordneten Muskelfasern ihren Durchmesser verengern oder erweitern kann. Der innere Rand der Öffnung ist mit größeren Epithelzellen ausgestattet, die zur Zeit der Geschlechtsthätigkeit lebhaft wimpern. Der Porus genitalis führt in das kugelige oder tonnenförmig angeschwollene Antrum inferius (Fig. 35 *ai*); dasselbe ist nach außen mit

einer mächtigen Ringmuskelschicht und nach innen mit einem Wimperepithel ausgestattet. Je nach der Kontraktion der Muskelschicht kann das Antrum inferius seine Gestalt ändern und in gewissem Grade aus seiner ursprünglichen, d. h. vertikalen Lage, in eine schräge übergehen, in welchem Falle dann seine Beziehungen zu dem Antrum superius äußerst überzeugend hervortreten (Fig. 35). Spielt das Antrum superius die Rolle des Uterus, d. h. ist es mit dem Kokon erfüllt, so ist das Antrum inferius derart verdrängt, dass es oberflächlich als ein lippenartig hervortretender Wall erscheint (Fig. 39).

2) Durch sein bedeutend verengtes Proximalende geht das Antrum inferius in das A. superius über (Fig. 35 *as*). So lange die Geschlechtsthätigkeit nicht eintritt, ist es ziemlich schwierig am lebenden Materiale sich über die Gestalt und Struktur dieser Höhlung zu überzeugen; das Gleiche gilt, wenn sie mit dem Kokon erfüllt ist. Nur in den günstigen Lagen des Antrum inferius, von welchem der obere Raum in normalen Verhältnissen verdeckt ist, erscheint der letztere als eine längliche, dickwandige Höhlung, welche mit einer klaren Flüssigkeit erfüllt ist; nach innen ist sie mit einem flachen Epithel, nach außen mit einer mächtigen Längsmuskelschicht und schließlich mit hyalinen Drüsenzellen besetzt. Nach den Kontraktionen der Muskelschicht kann sich das Antrum superius mehr oder weniger zusammenziehen. Vertritt es die Funktion des Uterus, so ist es nach der Gestalt des Kokons rein kugelig; funktionirt es aber als Vagina, so ist es cylindrisch oder flaschenförmig und nach der Längsachse des Körpers ausgezogen (Fig. 34 *bc*). Aber auch in der letzterwähnten Funktion ist das Antrum superius bedeutend angeschwollen, zumal sich die hyaline Flüssigkeit vermehrt hat, in welcher die Spermatozoen sammt der Kornmasse der Prostatadrüsen lebhaft sich bewegen.

Das Antrum superius ist zu beiden Seiten durch die oben erwähnten Zelllappen an den Hautmuskelschlauch befestigt (Fig. 34 *zb*).

3) Der Ductus penialis (Fig. 34 *dp*) ist in dem fertigen Geschlechtsapparat von *D. unipunctatum* sehr kurz, da sich dessen größerer proximaler Theil zum Kopulationsorgane differenzirt hat.

4) Der Ductus communis stellt dagegen einen langen dickwandigen Kanal vor (Fig. 34 *dc*), dessen Lumen aber sehr eng ist. Der Unterschied zwischen dem Antrum und Ductus beruht in dem histologischen Baue. In dem Ductus ist das innere Epithel vorherrschend, indem es aus langen, cylindrischen Zellen besteht, während die äußere Muskelschicht, im Gegensatze zum Antrum, ziemlich schwach entwickelt ist. So erscheint der Ductus communis zur Zeit, wenn die Geschlechtsthätigkeit noch nicht eingetreten ist; befindet sich dagegen der Kokon

im Uterus, oder steigt das Ei sammt den Dotterkügelchen und Sekreten der Schalendrüse in den Uterus, so sind die Wandungen des Ductus communis sehr abgeplattet, sein Lumen sackartig erweitert und erfüllt mit einer hyalinen Flüssigkeit, in welcher meist die zur Bildung des Kokons nicht verwendeten Dotterkörperchen umhergetrieben werden (Fig. 39, 46 *dc*).

5) Die leere Spermatheca ist ein äußerlich zusammengezogenes, innerlich sehr geschrumpftes Organ, welche letztere Eigenschaft von der stark gefalteten cuticularen Ausstattung des inneren Lumens herrührt. Der Gestalt nach ist sie ein gutes Unterscheidungsmerkmal für die Derostoma-Arten, bei allen besitzt sie einen kurzen hohlen Stiel (Fig. 34, 38, 46 *st*), mittels welchem sie in den Ductus communis einmündet. Die eigentliche Spermatheca stellt einen voluminösen Sack vor, welcher fast unter rechtem Winkel sich von dem Stiele abgliedert und durchaus aus zwei Abschnitten besteht, die durch eine tiefe Einschnürung getrennt sind. Im leeren Zustande, oder bei theilweiser Anfüllung mit Sperma sind diese Anschwellungen schwierig zu unterscheiden, wenn aber die Spermatheca erfüllt ist, so treten beide Kammern sehr überzeugend hervor (z. B. Fig. 38, 46 *rs*). Die eine Kammer der Spermatheca, in welche der Stiel übergeht, liegt an der Bauchseite, die andere, durch die erwähnte Einschnürung markirte proximale Kammer liegt dorsal, so dass sie im leeren Zustande ganz übersehen werden kann.

Während der Geschlechtsthätigkeit wird die Spermatheca nicht bloß mit Sperma gefüllt; nachdem nämlich das letztere zur Befruchtung verwendet wurde, füllt sich die Spermatheca mit den überflüssigen Dotterkügelchen, welche aus dem Ductus communis hereintreten und manchmal das Lumen vollständig erfüllen (Fig. 39 *vt*). Neben den Dotterkügelchen findet man hier noch namentlich bei *Derostoma typhlops* gelbe Tröpfchen, welche man ursprünglich nach der Begattung in der Bursa copulatrix antrifft, und die später bis in die Spermatheca gelangen.

6) Zum weiblichen Geschlechtsapparate gehören schließlich die Schalendrüsen, welche man gewöhnlich als »accessorische Drüsen« bezeichnet. Aus den weiter unten angeführten Beobachtungen darf man sie aber mit dem Namen »Schalendrüsen« bezeichnen, indem sie das Sekret zur Bildung der Kokonschale ausscheiden. Es sind einzellige Drüsen, die mit einem kurzen Ausführungsgange wahrscheinlich durch eine gemeinschaftliche Mündung an der Basis des Eileiters in den Ductus communis ausmünden (Fig. 34 *schd*).

Physiologische Funktion. Nach der vorhergehenden Dar-

stellung erscheinen die einzelnen Komponenten des Geschlechtsapparates in verschiedenen Gestalten, so dass ihre physiologische Funktion bei den vereinzelten Beobachtungen nicht selten räthselhaft erscheinen kann. Die wichtigste Rolle fällt gewiss dem Antrum superius zu, welches in der letzten Phase der Geschlechtsthätigkeit als Uterus funktionirt, was nachzuweisen nicht schwierig ist, wenn diese Höhlung von einem Kokon eingenommen wird. Anders dagegen in der ersten Phase der Geschlechtsthätigkeit, wo das Antrum superius eine Art Vagina vorstellt. Um diese Funktion sicherzustellen, ist es nothwendig direkte Beobachtungen über die Begattung anzustellen, wobei es sich ergiebt, dass bald danach die Reifung des ältesten Eies im Keimstocke stattfindet.

Bei der zu diesem Zwecke angestellten Beobachtung habe ich Nachfolgendes gefunden:

Die kurz nach der Begattung beobachteten Individuen zeigen, dass das Antrum superius mit einer reichlichen hyalinen Flüssigkeit erfüllt ist, in welcher zahlreiche Spermatozoen und lichtbrechende Körnchen umhergetrieben werden. Je nach der Länge des Begattungsaktes sind die Spermatozoen im Antrum spärlicher oder zahlreicher; in einem Falle fand ich die Höhle mit Sperma vollgepfropft. Da bei der Begattung gleichzeitig mit dem Sperma auch die Produkte der Prostatadrüsen herauskommen, so kann man die im Antrum superius befindlichen Körnchen und größeren Kügelchen als das Sekret derselben betrachten[1]. Einzelne dieser Körperchen sind gelb oder orangegelb, die meisten aber stark lichtbrechend und farblos, eben so wie man sie im Ductus ejaculatorius des Penis findet.

Das Antrum superius vertritt daher auch während und nach der Begattung die Funktion einer Vagina oder besser einer Bursa copulatrix, wo das Sperma eine Zeit lang verweilt und erst nachträglich in die Spermatheca verdrängt wird. Dies geschieht nämlich nicht durch eine einfache Wanderung der Spermatozoen, sondern durch eine konvulsive Zusammenziehung der Bursa copulatrix und des Ductus communis, was sich je nach der Menge des Sperma mehremals nach einander wiederholt[2]. Zunächst kontrahirt sich das distale Ende der Bursa; die dadurch entstandene Welle setzt sich nach vorn fort und drückt aus dem vordersten Ende der Bursa eine bündelartige Portion der Spermatozoen in den Ductus communis hinein, dessen Mündung sich an dieser

[1] Es stimmt dies mit den von v. Graff mitgetheilten Beobachtungen an Gyrator überein.

[2] Auch diese Thatsache bestätigen die älteren Beobachtungen, namentlich die von v. Graff, nur gehen die Processe nicht so rasch vor sich, wie v. Graff angiebt.

Stelle bedeutender erweitert. Die konvulsive Kontraktion wiederholt sich nun von dem distalen Ende des Ductus communis in gleicher Weise bis zur Basis der Spermatheca (Fig. 34 *dc*), wobei sich die Mündung des Eileiters (*od*) in der Weise zusammenzieht, dass kein einziger Samenfaden zum Eie gelangen kann.

Inzwischen folgen neue Spermapartien auf demselben Wege aus der Bursa copulatrix durch den Ductus communis zur Spermatheca, die sich selbst nicht kontrahirt; die Samenfäden treten durch eigene Bewegungen von dem Anfangstheile bis in die äußerste Höhle derselben, wobei die früher geschrumpfte innere Wand der Spermatheca glatt wird.

Die ausgeleerte Bursa copulatrix bleibt aber angeschwollen wie früher. Wir können die beschriebenen Vorgänge als die erste Phase der Geschlechtsthätigkeit bezeichnen. Der nachfolgenden Periode geht der Reifungsprocess des Eies voran, dessen Anfänge noch in dem Keimstocke stattfinden, da ich mich wenigstens von der Bildung der ersten Reifungsspindel überzeugt habe.

In der Reihe der Eier ist dasjenige das älteste, welches in der Mündung des Keimstockes in den Eileiter (Fig. 34 *od*) sich befindet. Während die der Reihe nach jüngeren Eier geldrollenförmig angeordnet sind, wird das älteste Ei ganz kugelförmig, sein Plasma ist viel dichter, was vornehmlich von dessen Peripherie gilt (Fig. 34 *o*). Etwas excentrisch befindet sich ein großer (0,02 mm im Durchmesser), mit einer scharf kontourirten Hülle umgebener runder Kern mit einem großen, doppelt kontourirten Kernkörperchen. In dieser Gestalt fand ich das freie Ei — dessen feinere Strukturen im Plasma und Kerne ich hier unberücksichtigt lasse — um 10 Uhr Vormittag. Um 10½ Uhr, wo inzwischen meine Aufmerksamkeit auf die Eindringung der Spermatozoen in die Spermatheka gelenkt wurde, resorbirte sich spurlos die Kernmembran (Fig. 36 *b*), so dass das Kernplasma eine amöbenförmige Gestalt annahm, ohne jedoch mit dem Plasma des Eies zusammen zu fließen. Das Kernkörperchen existirte wie früher. Das Ei änderte seine äußeren Umrisse, indem es lappenförmige Ausbuchtungen und Vertiefungen bildete und auf diese Weise amöbenförmige Bewegungen producirte (Fig. 36 *c*). Diese Erscheinungen verfolgte ich bis 11½ Uhr Vormittag, zu welcher Zeit ich die interessante Beobachtung unterbrechen musste. Um 2 Uhr Nachmittag war das Ei noch an seiner ursprünglichen Stelle, unbeweglich, mit demselben Plasma, aber das Kernkörperchen war nicht mehr vorhanden und anstatt des Kernes enthielt das Ei eine blasse tonnenförmige Figur, die wohl die erste Reifungsspindel vorstellt (Fig. 36 *d*). Bekanntlich hat Hallez bei *Gyrator*

sichergestellt, dass die Knospung der Polzellen erst im Kokon stattfindet[1].

Bisher habe ich keine Erwähnung der Verbindung der Dotterstöcke mit den weiblichen Geschlechtsorganen gemacht. Sie sind zwar schon in jüngeren Stadien vorhanden, aber ihre Kommunikation mit den beschriebenen Komponenten ist durchaus nicht so klar, als dass man genau die Stelle angeben könnte, wo sie einmünden. Erst kurz vor der zweiten Phase der Geschlechtsthätigkeit ist es möglich.

Was die Vertheilung der Dotterstöcke im Körper anbelangt, so wird allgemein nach der Beobachtung M. Schultze's an *D. unipunctatum* angegeben, dass die Dotterstöcke hier verästelt sind und ein einheitliches Netz auf der Bauchseite des Körpers bilden. Das Gleiche veranschaulicht v. Graff bei *D. salinarum* und Lippitsch giebt an, dass die Dotterstöcke in das »Atrium gen. superius« einmünden. Meinen Beobachtungen zufolge verhalten sich die Dotterstöcke gleich bei allen vier von mir untersuchten Arten. Sie sind eben so paarig angelegt, wie bei den nächst verwandten Gattungen, aber die beiden die Bauchseite einnehmenden Hauptstämme sind lappenförmig verästelt, wie man namentlich im hinteren Körper sicherstellen kann (Fig. 45 *ds*). In der Mitte des Körpers sind die Lappen einander genähert, und können hin und wieder von beiden Seiten verschmelzen, indessen scheint mir die Bezeichnung, dass die Dotterstöcke netzförmig sind, nicht zutreffend. Nach vorn sind die Hauptstämme schlanker und geben nur wenig ausgesprochene Lappen ab.

Zur Zeit also, wo die Spermatheca mit Sperma gefüllt ist und das älteste Ei des Keimstockes sich zum Verlassen seiner Ursprungsstelle anschickt, werden die Dottergänge deutlicher, indem sie sich mit den Dotterkugeln zu füllen beginnen. Jeder Dottergang geht von links und rechts schräg zu beiden Seiten des Ductus communis, und beide verbinden sich an der Ventralseite desselben direkt gegenüber der Ausmündungsstelle des Eileiters (Fig. 46 *dv*). Mit dem Antrum superius haben die Dottergänge nichts zu thun.

Wir finden daher an dem Scheitel des Ductus communis drei Mündungen: 1) die vordere der Spermatheca, 2) die dorsale des Eileiters und 3) die ventrale der Dottergänge. Somit stimmt der Ductus communis von Derostoma mit dem von Opistoma; der Unterschied zwischen beiden Gattungen ist der, dass bei Opistoma die Dottergänge von vorn, die Spermatheca von hinten und der Eileiter seitlich in den Ductus communis einmünden. Dieser Unterschied wird aber durch die Lage des

[1] Hallez, Contributions à l'hist. nat. des Turbellariés.

ganzen Geschlechtsapparates verursacht, indem wir gezeigt haben, dass der Ductus communis von Opistoma bis zur Dorsalseite des Thieres hinzieht und von dem Magen nicht bedeckt ist.

Die zweite Phase der Geschlechtsthätigkeit wird wohl durch das Herabsteigen des reifenden Eies in das Antrum superius eingeführt, welches letztere von jetzt an die Funktion eines Uterus annimmt. Obwohl ich eine Anzahl der Individuen untersucht habe, so gelang mir leider niemals das herabsteigende Ei zu beobachten. Ich fand nur, wie die Dotterkügelchen aus den Dottergängen in den Ductus communis eintraten, ein anderes Mal, wie aus der Spermatheca austretende Spermatozoen den Ductus passirten, um sich an der Mündung des Ductus in den Uterus anzustauen. Am häufigsten sieht man die sich bildende Kokonschale (Fig. 46), welche Anfangs als eine blasse, weiche Hülle die innere Dottermasse umgiebt, durch einen hohlen Zipfel in den Ductus communis eingreift und durch feine faserförmige, stark glänzende Fortsätze bis zur Ausmündung der Schalendrüsen reicht. Es ist eine zähflüssige, homogene Substanz, die nur von den erwähnten Drüsen (Fig. 34 etc. *schd*) ausgeschieden werden kann[1].

Die Folgen der Bildung des Kokons im Uterus sind in den Geschlechtsgängen sehr auffallend. Die früher meist prallgefüllte Spermatheca wird entweder im ganzen Umfange oder nur theilweise schlaff und geschrumpft, je nach dem, ob sämmtliche Spermatozoen oder nur ein Theil derselben sich zur Befruchtung des Eies aus der Spermatheca ausschütteten. Die bisher mit Dotterkugeln gefüllten Dottergänge werden wieder unkenntlich, da sich die hier noch befindlichen Dotterelemente sehr rasch in die Dotterstöcke zurückziehen (ich habe diesen interessanten Vorgang zweimal gesehen). Und was schließlich den Ductus communis anbelangt, so hat er von jetzt an ein ganz anderes Aussehen als früher (vgl. Fig. 39). Er ist stark angeschwollen (*dc*), dünnwandig, mit einer durchsichtigen Flüssigkeit ganz erfüllt, in welcher die überflüssigen Dotterkügelchen flottiren, welche zur Bildung des Kokons nicht benutzt wurden. Sie dringen auch in die Spermatheca ein, verdrängen die hier noch weilenden Spermatozoen und erfüllen nicht selten das ganze Lumen der Samentasche (Fig. 39 *vt*). Zwischen ihnen treten auch die oben erwähnten gelb gefärbten, stark lichtbrechenden Kügelchen hervor (*cl*).

[1] L. v. Graff giebt an, dass die Absonderung der Kokonschale nur von den Uterusdrüsen, oder, wenn diese fehlen, vom Epithel des Uterus stattfindet. Das erstere bestätige ich für Vortex microphthalmus; bei Opistoma bildet sich die Schale wohl auf dieselbe Weise wie bei Derostoma aus den specifischen Schalendrüsen.



Schließlich bemerke ich, wie sich das Atrium superius verhält, wenn der Kokon abgelegt, oder künstlich aus dem Thiere ausgepresst wird. Dann schrumpft es bedeutend zusammen und erscheint als ein einseitig ausgebuchteter, hohler Lappen (Fig. 44 *ut*), mit sehr dünnen Wandungen. Der Druck des Kokons hat wohl diese Veränderungen hervorgerufen.

Über die Geschlechtsorgane und deren Ausführungsgänge der Derostomeen ist bereits öfters geschrieben worden; ich betrachte die älteren Angaben als allgemein bekannt, da mich aber die neueren Arbeiten persönlich berühren, so muss ich hier ein wenig verweilen. O. Schmidt beschreibt und bildet ab zuerst den Geschlechtsapparat von *D. unipunctatum*, welcher allerdings recht schwierig mit dem in Einklang zu bringen ist, was ich in diesem Kapitel dargestellt habe. M. Schultze hat wenigstens darauf hingewiesen, dass die Spermatheca und der Keimstock einen gemeinschaftlichen Ausführungsgang haben. Sonst ist es ebenfalls schwierig zu beurtheilen, ob sein *D. schmidtianum* mit unserem *D. unipunctatum* identisch ist. Eingehender über die Geschlechtsorgane von drei Derostoma-Arten berichtet M. Braun, bei welchem nur das zu bedauern ist, dass er nur nach der Schnittmethode die Lage und Gestalt der Organe bestimmt. Ich hebe nachdrücklich hervor, dass mit dieser Methode, ohne Berücksichtigung des lebenden Materials nur Missverständnisse hervorgerufen werden können. Nach Braun ist das Antrum von *D. unipunctatum* fast birnförmig und nimmt von vorn »einen zweizipfeligen Uterus« auf. Seitlich von dem Penis befindet sich ein gestieltes Säckchen, entweder Spermatheca oder Bursa seminalis, welche in den Eileiter einmündet.

Bei *D. balticum* fand Braun einen größeren Uterus als bei der vorigen Art. Die Bursa und der Eileiter münden dicht über einander, vielleicht mit derselben Öffnung in den Uterus. Die Bursa ist ein langer Kanal, welcher zuerst an der Rückenseite, dann in einem Bogen nach hinten verläuft. Bei *D. megalops* mündet der Penis, die Bursa und der Keimstock direkt in den Uterus. Die Bursa ist sehr lang, hufeisenförmig ganz mit Spermatozoen erfüllt und mündet seitlich neben dem Penis in den Uterus. An derselben Stelle mündet auch der Keimstock durch einen sehr kurzen Ausführungsgang, eben so wie die Dotterstöcke.

Die beschriebenen Eigenthümlichkeiten des Uterus der drei erwähnten Arten, deren Dignität ich nicht zu beurtheilen vermag, veranschaulicht Braun nur an Längsschnitten und zeichnet nur das Antrum, den Uterus und den in den letzteren einmündenden Penis. Es ist sehr wahrscheinlich, dass ihm verschiedene Entwicklungsphasen der genannten

Organe bei einer und derselben Art vorlagen; jedenfalls ist aber zu bedauern, dass er die Organe nicht in der natürlichen Lage und Gestalt abgebildet hat. Es wäre dann eher möglich über die Unterschiede zwischen den erwähnten drei Arten und meinem *D. unipunctatum* sich auszusprechen. Die von mir untersuchten vier Arten, deren specifische Merkmale des Geschlechtsapparates ich weiter unten anführe, stimmen bezüglich des Ductus communis im Verhältnis zum Keimstocke, zur Spermatheca und zum Antrum superius (Uterus Braun) völlig überein; es muss daher als höchst bedenklich erscheinen, dass die Braun'schen Arten derart von einander abweichen, dass bei der einen »die Bursa« und der Eileiter gemeinschaftlich, bei der anderen dagegen getrennt in den Uterus einmünden.

Ehe ich zur Besprechung der Arbeit des nächstfolgenden Autors, Sekera, übergehe, will ich auf den letzten Bearbeiter[1] des *Derostoma unipunctatum* hinweisen, welcher ebenfalls nur mit der Schnittmethode diese Art untersuchte und auf Grund der Schnittserien ein Schema des Geschlechtsapparates zu konstruiren versuchte, das zwar richtiger ist, nichtsdestoweniger den Verhältnissen in allen Punkten keinesfalls entsprechen kann. Nach Lippitsch münden die Dotterstöcke in das Atrium gen. superius durch dessen hintere Aussackung, in welche von oben auch der Oviduct sich öffnet. In den Oviduct soll das Receptaculum durch einen langen Ausführungsgang einmünden, und zwar »dicht an der Stelle, wo er vom Keimstocke abgeht«. Dieser Irrthum ist wohl nur durch die Schnittmethode verschuldet, eben so wie der allzu lange Oviduct, von dem wir wissen, dass es nur ein kurzer, schwach muskulöser Gang ist. Nach der weiteren Darstellung dürfte es wahrscheinlich sein, dass dieser Oviduct nichts Anderes ist, als der von uns beschriebene Ductus communis, indem er in das Atrium genitale superius einmündet.

Bereits Anfangs der achtziger Jahre waren mir die Geschlechtsverhältnisse von Derostoma unipunctatum und typhlops in einem Stadium der Entwicklung bekannt, wie ich sie oben dargestellt habe. Später übergab ich Sekera dieses Material zur eingehenden selbständigen Bearbeitung, unter Anderem auch eine Zeichnung, auf welcher der Penis und Ductus communis in das Antrum einmünden. Der genannte Autor will aber neben den genannten Komponenten noch eine besondere »Bursa seminalis« beobachtet haben, in Folge dessen er eine neue Abbildung lieferte, wie dieselbe sich in seiner Arbeit unter Fig. 21

[1] Lippitsch, Beiträge zur Anatomie des Derostoma unipunctatum Oe. Diese Zeitschr. Bd. XLIX. 1889. (Arbeiten aus dem zoolog. Institut zu Graz. Bd. II. Nr. 6.)



befindet, während die Bezeichnung des Autors auf der Tafel (VEJDOVSKÝ) unverändert blieb, als ob diese Zeichnung von mir herrühre. Es ist dieselbe Abbildung, welche LIPPITSCH in seiner Arbeit bespricht, worin er zu dem Resultate gelangt, dass bei Derostoma keine Bursa seminalis existire.

Oben haben wir die Ergebnisse der Beobachtung ausführlich dargestellt; wenn man nun die Zeichnung SEKERA's beurtheilt, so muss man anerkennen, dass dieser Autor gewiss richtig das angeschwollene Antrum superius nach der vollbrachten Begattung beobachtete, dass er aber dessen Kontinuität mit dem Ductus communis nicht erkannte, den letzteren dagegen als einen selbständigen Dottergang auffasst. Andererseits ist die Darstellung der Geschlechtsorgane, wie sie SEKERA nach den Schnittserien kombinirt, ziemlich verfehlt, zumal er die Spermatheca übersehen hat und eine in das Antrum inferius einmündende Bursa seminalis annimmt. Als Uterus bezeichnet er einen selbständigen, aus dem Ductus communis an der Basis des Keimstockes nach unten sich abzweigenden Sack. Dagegen hat er zuerst die Schalendrüsen von Derostoma richtig abgebildet und bezeichnet sie mit dem läufigen Namen »accessorische Drüsen«.

Der Geschlechtsapparat der einheimischen Derostoma-Arten. Bisher ist eine Reihe von Derostoma-Arten beschrieben worden, von denen jedoch nur wenige eingehend und bestimmt charakterisirt sind. Selbst das *Derostoma unipunctatum*, wie es von O. SCHMIDT beschrieben wurde, dürfte kaum etwas Anderes vorstellen als das bereits 1828 von DUGÈS aufgestellte *D. megalops*. Das letztere ist von BRAUN nach dem äußeren Habitus abgebildet worden und mit ihm stimmt das von mir in dieser Arbeit besprochene *D. unipunctatum*. In den Gewässern Böhmens habe ich von den mit Augen versehenen Arten nur die genannte Form gefunden und hätte sie gleich von Anfang als *D. megalops* bezeichnet, wenn BRAUN neben dem *D. megalops* nicht noch ein *D. unipunctatum* angeführt hätte. Leider hat er keine Abbildung der äußeren Gestalt dieser Art publicirt[1]. Sonst hat schon v. GRAFF darauf hingewiesen, dass *D. megalops* Dugès mit *D. unipunctatum* O. Schmidt übereinzustimmen scheint.

Die in Böhmen bisher gefundenen Arten, die man ganz sicher nach dem Geschlechtsapparate bestimmen kann, zerfallen in zwei Gruppen, welche künftig wenigstens als Subgenera zu betrachten sind. In die erste Gruppe gehört:

[1] BRAUN giebt von den Augen des *D. unipunctatum* an, dass sie diffus ausgebildet sind, was jedoch nur für einzelne Individuen gelten kann, denn bei anderen sind dieselben scharf abgegrenzt.

1. **Derostoma unipunctatum aut. = D. megalops Dugès, Braun.**

Mit zwei großen röthlichen Augen, von der Körpergestalt und den Dimensionen, die Braun richtig darstellt. Die Geschlechtsorgane unmittelbar hinter dem Pharynx. Kopulationsorgan glatt, ohne Haken. Die Sekretpackete in der Vesicula granulorum schräg gegen den Ductus ejaculatorius angeordnet (Fig. 34 *vg*). Die Spermatheca sehr lang, mit einer mächtig angeschwollenen Proximalkammer und langer Distalkammer (Fig. 34 *rs*). Diese Charaktere kann man durch die Darstellungen früherer Autoren vervollständigen.

Die zweite Gruppe der Derostoma-Arten enthält augenlose Formen, deren Körper nach vorn zugespitzt, hinten abgestutzt oder mit drei Läppchen versehen ist, von denen das eine in der Mitte, die übrigen zwei zu den Körperseiten sich befinden.

Das zugespitzte Vorderende entbehrt der Augenflecken, und ist mit drei röthlichen Längsstreifen versehen. Die Geschlechtsorgane befinden sich weiter hinter dem Pharynx als bei *D. unipunctatum*, so dass die Geschlechtsöffnung etwa in dem ersten Körperdrittel liegt.

Diese Arten sind sehr lichtscheu, sie wühlen meist im Schlamme und nur im Dunkeln kriechen sie an den Wandungen der Gefäße, wo sie gehalten werden.

Von diesen augenlosen Arten hat zuerst Oersted eine Art *Derostoma coecum* beschrieben, welche v. Graff nach der Abbildung für eine Makrostomide hält. Nach der Beschreibung ist es aber sicher, dass man es hier mit einem blinden Derostoma zu thun hat. Es ist 3,3 mm lang, vorn zugespitzt, hinten abgestutzt, komprimirt, von weiß-röthlicher Farbe und ohne Augen. Schlund noch im ersten Körperdrittel mit bauchständiger längsspaltiger Öffnung (v. Graff, l. c. p. 371).

Ohne die Arbeit Oersted's zu erwähnen, beschreibt neuerdings O. Fuhrmann auch ein blindes Derostoma, welches er zufälligerweise auch als *D. coecum* n. sp. bezeichnet. Der Beschreibung nach scheint die Oersted'sche Form mit der letzteren übereinzustimmen. Die Beschreibung Fuhrmann's bedarf allerdings einer Vervollständigung durch die Untersuchung der Geschlechtsorgane von *D. coecum* im lebenden Zustande, um dessen Verwandtschaft mit den in Böhmen vorkommenden Arten näher bestimmen zu können. Namentlich ist es nothwendig die Vertheilung der Stacheln am Penis und die Form der Spermatheca genauer darzustellen. Die Hoden gehen bei *D. coecum* von hinten bis an den Pharynx, wodurch sich *D. coecum* von den blinden Arten Böhmens wesentlich unterscheidet.

In Böhmen habe ich zuerst im Jahre 1879 *Derostoma typhlops* an-

geführt, das seit dieser Zeit noch einmal beobachtet wurde; später habe ich noch drei andere augenlose Derostomen gefunden und beschreibe im Nachfolgenden ihre Geschlechtsorgane als verlässlichste Unterscheidungsmerkmale.

2. Derostoma gracile n. sp.

(Fig. 41—43.)

Es ist vielleicht die kleinste Art, welche meist 1,5, selten 2,5 mm lang ist; sein Körper ist ziemlich durchsichtig, aber sehr weich, so dass er unter dem Deckgläschen bald zu Grunde geht. Nach vorn ist der Körper stark verschmälert, am äußersten Ende aber gerade abgestutzt, hinten mit einem medianen Läppchen versehen (Fig. 41). Sonst glaube ich, dass seine Organisation, die ich nicht weiter untersucht habe, von den übrigen Arten nicht verschieden ist. Durch den Geschlechtsapparat unterscheidet sich *D. gracile* von allen bekannten Arten. Die Hoden befinden sich zu beiden Körperseiten von hinten bis an die Grenze des zweiten Körperdrittels verlaufend und hier durch schlanke Samenleiter mit der elliptischen Vesicula seminalis sich verbindend (Fig. 42, *v*, Hoden, *vs*, Vesicula seminalis). Der Penis ist sehr schlank und glatt, ohne Stacheln. Die Vesicula granulorum aus wenigen schlanken Packeten bestehend. Die Spermatheca ist mit einer hinteren kurzen Kammer versehen, dieselbe verlängert sich kanalartig von der vorderen, mit Sperma angefüllten Kammer. Die Spermatozoen sind sehr lange, dickköpfige Elemente (Fig. 43), die sich nur im Ductus ejaculatorius und der Spermatheca lebhaft bewegen, während sie in der Vesicula ganz bewegungslos in einem Knäuel sich befinden. Der Keimstock (Fig. 42 *ks*) ist sehr klein, elliptisch und nur mit drei in der Bildung begriffenen Eiern versehen.

Derostoma gracile scheint ziemlich selten vorzukommen, oder aber ist bisher übersehen worden. Ich habe nur vier Exemplare aus dem Klecaner Teiche gefunden. Von allen blinden Arten unterscheidet sich diese Art durch den glattwandigen Penis, kurze und schlanke Spermatheca und kleinen Keimstock.

3. Derostoma anophthalmum n. sp.

(Fig. 37, 37 *a*, 45—50.)

Erreicht fast die Größe eines *D. unipunctatum*, ist nach vorn zugespitzt, hinten abgestutzt (Fig. 45) und ist äußerlich sehr dem *D. typhlops* ähnlich. Die Analyse der Geschlechtsorgane zeigt aber, dass man es hier mit einer ganz verschiedenen Art zu thun hat. Die auffallendsten Unterschiede sind in der Gestalt des Penis und der Spermatheca

zu suchen. Die Sekretpackete in der Vesicula granulorum sind sehr schlank und spärlich (Fig. 49 *vg*), die Vesicula seminalis fast kugelig, der Ductus ejaculatorius wie bei *D. typhlops*. Das Kopulationsorgan hat, so lange es eingezogen ist, eine kugelförmige Gestalt (Fig. 47) und ist mit mehreren Stachelreihen besetzt. Über die Zahl dieser Reihen belehrt man sich bei der Hervorstreckung des Kopulationsorgans oder nach der künstlichen Herauspräparirung. Dabei kommt es außerhalb des Porus genitalis zu liegen, und man wird dann eine untere und obere, d. h. der Körperwand zugekehrte Seite zu unterscheiden haben.

Von der unteren Seite betrachtet (Fig. 48) erscheint das Kopulationsorgan mit drei Stachelreihen bewaffnet. Die linke (Fig. 48 *a*) besteht aus schlanken, schwach gebogenen Chitinhäkchen, die am Proximalende die längsten sind, nach unten sich aber verkürzen. Die mittlere Längsreihe (*b*) besteht aus kurzen und stumpfen Stacheln, die schon unregelmäßig vertheilt sind und zwischen den deutlichen Stacheln erscheinen noch kleine, nur dem Glanze nach wahrnehmbare oft punktförmige Elemente. Die rechte Längsreihe (*c*) besteht aus denselben Stacheln, die aber viel zahlreicher sind wie in der mittleren Reihe. Ferner findet man an dieser Seite die Öffnung des Kopulationsorgans, welche ebenfalls von beiden Seiten mit kleinen Stacheln besetzt ist.

Die obere Seite des Kopulationsorgans (Fig. 49) trägt die vierte Längsreihe der Stacheln, die hier sehr zahlreich und in verschiedenen Größen vorhanden sind. Die proximalen Stacheln sind die längsten, die distalen die kürzesten. Neben dieser vierten Reihe gewahrt man an der oberen Seite des Kopulationsorgans noch zwei mächtigere und zwei niedrigere Dornen (Fig. 49 *a*, *b*, *c*), welche sich von den Stacheln dadurch unterscheiden, dass sie an einer chitinigen Basis stehen (Fig. 50 *d*, *e*, *f*), während die gewöhnlichen Stacheln aus je einem Stücke bestehen, welches basalwärts angeschwollen ist (Fig. 50 *a*, *b*, *c*).

Die Spermatheca zeichnet sich durch einen enorm langen kanalartigen Blindsack aus, der von der zweiten Kammer ausgeht (Fig. 46 *rs*). — Klecaner Teich mit den übrigen Arten. November.

4. Derostoma typhlops Vejd.

(Fig. 38, 39, 40, 44.)

Die Unterschiede dieser eben so großen Art sind aus der Fig. 38, 39, 40 und 44 so auffallend, dass man nur Weniges zu deren Erklärung beifügen kann. In dem mächtigen Penis sind die Sekretpackete der Vesicula granulorum palissadenartig vertikal neben einander gestellt (Fig. 38, 40 *vg*). Das lange, cylindrische Kopulationsorgan mit mäch-

tigen, fast gleich großen und dicken, auf der ganzen Oberfläche gleichmäßig vertheilten Chitinstacheln besetzt.

Die Spermatheca ziemlich kurz (Fig. 38, 39 *rs*), aus zwei Kammern bestehend, von denen die ventrale fast kugelig, die dorsale fast doppelt so lang ist. — Die im Winter untersuchten Exemplare entbehren völlig der Zoochlorellen, welche so zahlreich in den Sommermonaten im Körper von *D. typhlops* sichergestellt wurden.

III. Über zwei Vortex-Arten mit Berücksichtigung deren Geschlechtsorgane.

Bei den äußerst zahlreichen Arten des Genus Vortex hat v. Graff wahrscheinlich zu machen versucht, dass hier die Geschlechtsorgane nach einem und demselben Typus aufgebaut sind. Und zwar in zwei Richtungen:

Erstens, dass das Kopulationsorgan und die Samenblase nicht von einander getrennt sind und daher das chitinöse Kopulationsorgan vom Sperma passirt wird.

Zweitens, dass wahrscheinlich bei allen Arten des Genus Vortex eine Bursa copulatrix und ein Receptaculum seminis als selbständige und getrennte Organe vorhanden sind. »Das Genus Vortex zeigt uns sehr schön«, sagt v. Graff, »wie das ursprüngliche Verhalten in dem alleinigen Besitz einer Bursa seminalis gegeben ist, und wie diese allmählich dadurch zur Bursa copulatrix wird, dass ein anderer Theil des Atriums die Funktion eines Receptaculums erhält.« Nach dem Verhalten der Spermatheca theilt nun v. Graff die Arten in zwei Gruppen; in der einen (V. armiger, Schmidtii, truncatus, Millportianus, pictus [?], cuspidatus, sexdentatus) ist die Spermatheca noch nicht selbständig entwickelt, indem hier als solche der Eileiter funktionirt. Bei der anderen Gruppe (V. scoparius, viridis) hat sich die Spermatheca vom Keimstock abgegliedert und erscheint schließlich bei *V. Hallezii* als ein selbständiges Organ. v. Graff hat bei V. armiger, truncatus und sexdentatus beobachtet, dass hier der Eileiter als Receptaculum funktionirt, und da hierher auch die Dotterstöcke einmünden, so kann man es als eine Ausstülpung des Atriums betrachten.

Nach diesen eingehenden Mittheilungen von v. Graff scheint es thatsächlich, dass die Geschlechtsorgane von Vortex nach einem und demselben Typus gebaut sind, dass überall das Kopulationsorgan vom Sperma passirt wird und dass bei allen Arten eine Bursa copulatrix und eine Spermatheca als selbständige Organe funktioniren. Indessen

hat bald nach dem Erscheinen des Werkes von v. GRAFF SILLIMAN[1] in Nordamerika eine interessante Art, *Vortex pinguis*, entdeckt, wo das Kopulationsorgan und die Samenblase ganz getrennt sind. Ich kann nun auch eine neue Art aus den Wässern Böhmens anführen, die sich durch dieselbe Eigenthümlichkeit der männlichen Ausführungsgänge auszeichnet und weiter eine andere Art, die keine selbständige Bursa copulatrix und Spermatheca besitzt, sondern durch ein Organ, welches v. GRAFF als »Bursa seminalis« bezeichnet, charakterisirt ist. In dieser letzteren Hinsicht ist mir übrigens seit lange *V. pictus* bekannt, welcher ebenfalls keine Bursa copulatrix und Spermatheca besitzt.

Ich lasse zunächst die Beschreibungen der beiden Arten folgen, und auf Grund deren Geschlechtsverhältnisse werde ich versuchen die Geschlechtsorgane von Opistoma, Derostoma und Vortex auf einen einheitlichen Organisationstypus zurückzuführen.

1. Vortex microphthalmus n. sp.

Diese Art, meist 1,5 mm groß, erschien in mehreren Exemplaren in den Wasserproben mit organischem Schlamme aus der Umgebung von Příbram und Chotěboř, wo sie zugleich mit *Bothrioplana bohemica* lebt. In meinem Institute kam sie im November und December zum Vorschein. Die Art ist je nach den Individuen im verschiedenen Grade weißlich, röthlich oder orange gefärbt, je nach der Menge der subcutanen Pigmentzellen; bei der einen herrschte die weiße, bei der anderen die röthliche Farbe vor. Das vordere, abgestutzte Körperende ist mit zahlreichen Zittergeißeln versehen (Fig. 59), das Hinterende geht in das bekannte »Schwänzchen« der Vortices über. Die Anatomie dieser Art habe ich speciell nicht untersucht, da ich meine Aufmerksamkeit vorzugsweise den Geschlechtsorganen zuwandte. Auffallend waren mir nur die kleinen, punktförmigen, schwarzen Augen, die dem Vorderrande des Gehirns auflagen.

Von vorn herein hebe ich die Geschlechtscharaktere hervor, durch welche sich *Vortex microphthalmus* von allen übrigen Vortices unterscheidet, indem

1) das Kopulationsorgan in eine lange Rinne ausläuft,

2) hier keine Bursa copulatrix und Receptaculum im Sinne von v. GRAFF vorhanden ist.

Der männliche Geschlechtsapparat. Die wurstförmigen Hoden liegen im Vorderkörper und reichen bis zu beiden Seiten des Pharynx; von der Körpermitte gehen sie in die Samenleiter über, welche

[1] A. SILLIMAN, Beobachtungen über Süßwasserturbellarien Nordamerikas. Diese Zeitschr. Bd. XLI. 1885.

namentlich an der Mündung in die Vesicula seminalis mit Sperma gefüllt sind (Fig. 58 *vd*). Die Samenblase ist eine mächtig angeschwollene fast halbkuglige Höhlung, welche im leeren Zustande scharf von der Vesicula granulorum abgeschnürt ist. Der distale Theil des Kopulationsorgans verengt sich allmählich und steckt in einer Penisscheide, deren Wandungen verdickt und glänzend sind (Fig. 58 *ach*) und es gelang mir hier nicht Kerne nachzuweisen; durch ihren Glanz erinnern die Wandungen dieser Scheide an die chitinösen Theile des eigentlichen Kopulationsorgans. Gewiss muss man annehmen, dass sie elastisch sind, bei der Ausstülpung des Kopulationsorgans sich zusammenziehen und das Zurückziehen desselben bewirken. Ihre Verbindung mit dem Antrum wird durch einen dünnwandigen Ductus penialis vermittelt.

Die Vesicula granulorum (Fig. 58 *vg*) enthält das Sekret in palissadenförmig um die centrale Öffnung zusammengestellten Kammern. So lange nicht der Begattungsakt stattgefunden hat, ist diese Öffnung zwischen der Vesicula seminalis und granulorum durch eine Masse verschlossen, welche sich auch weiter nach unten in den Ductus ejaculatorius fortsetzt und dessen Lumen bis zu der Penisrinne verstopft (Fig. 58 *p*). Diese Vorrichtung ist nur für die Vortex-Arten charakteristisch, deren Sperma das Kopulationsorgan passiren muss. Die erwähnte Verstopfung des Ductus ejaculatorius bildet eine homogene Substanz. Sie erscheint zwar auch, wie unsere Abbildung veranschaulicht, geldrollenförmig und nur die äußersten Abzweigungen sind aus alveolenartigen Elementen zusammengesetzt.

Bei näherer Betrachtung, namentlich aber, wenn man die Masse durch einen stärkeren Druck des Deckgläschens aus einander zu weichen zwingt, erweist sie sich ganz aus kleinen Alveolen zusammengesetzt, die ihr ein schaumförmiges Aussehen verleihen; jedes Schildchen, wie es in unserer Abbildung kenntlich ist, besteht aus je einer Schicht solcher Alveolen. Bei längerer Beobachtung dieser interessanten Masse unter dem Deckgläschen erkennt man schließlich, dass die Alveolen aus einander gehen und als helle Kügelchen erscheinen, zwischen welchen das dadurch frei gewordene Sperma der Vesicula seminalis lebhaft sich bewegt und durch die weiter unten beschriebene Penisrinne nach außen strömt.

Es giebt also zweierlei Sekrete, die im Penis des beschriebenen Vortex auffallend sind; zuerst das sog. Kornsekret in der Vesicula granulorum und das homogene in Form der Tropfen erscheinende Sekret des Ductus ejaculatorius.

Die Frage, wo der Ursprung beiderlei Sekrete zu suchen ist, kann man leicht durch die Betrachtung der Prostatadrüsen beantworten

(Fig. 58 *pd*). Dieselben stellen eine mächtige Gruppe der einzelligen Drüsen vor, die scheinbar unpaarig auf die rechte Seite des Körpers beschränkt ist, thatsächlich aber aus zwei Hälften besteht, von denen sich die eine nach links, die andere nach rechts zum Proximalende des Penis begiebt, um in das Innere dieses Organs die Sekretmasse zu ergießen. Nun findet man in den Prostatadrüsen die verschieden sich gestaltenden Drüsenzellen. Die meisten sind mit einem grobkörnigen lichtbrechenden Inhalte erfüllt, welcher auch in die langen Ausführungsgänge der Drüsen steigt und sich schließlich in die Vesicula granulorum in Form von groben Körnern ergießt.

Die anderen Drüsenzellen sind nur zum Theil mit diesem »Kornsekrete« erfüllt, indem das letztere in einer hellen Grundsubstanz der Drüsen liegt und ebenfalls durch die schlanken Ausführungsgänge entleert wird. Die dritte Kategorie der Drüsen stellt helle mit Kernen versehene Zellen vor, deren Ausführungskanäle ebenfalls mit derselben Substanz erfüllt sind. Nun ergießen sämmtliche erwähnte Drüsenzellen ihren Inhalt in den Begattungsapparat und es ist sicher, dass die »Kornsekrete« in die Vesicula granulorum, die flüssige helle Substanz der Drüsenzellen in den Ductus ejaculatorius ergossen wird.

Das Kopulationsorgan besteht aus den bekannten Chitinstäben und einer Penisrinne, welche in dieser Gestalt bei keiner anderen Vortex-Art bekannt ist. Die Ausrüstung des Penis besteht nämlich aus den bei so vielen Arten bekannten seitlichen Chitinstäben (Fig. 58 *ich*), welche zu beiden Seiten des Ductus ejaculatorius verlaufen und mit einer Querbrücke verbunden sind. Von hier aus gehen die Stäbe in eine chitinöse Lamelle über (Fig. 62), deren Ränder sich zur unteren Seite erheben, ohne jedoch mit einander zu verschmelzen. Auf diese Weise entsteht eine Penisrinne (Fig. 58 *p*, Fig. 64), die mehr oder weniger offen ist, je nachdem sich die Ränder berühren oder nicht (in Fig. 62 sieht man die Rinne von oben, in Fig. 63 in der Profillage und in Fig. 64 von der unteren Seite).

Die äußere Ausrüstung der Penisrinne besteht aus drei Seitenästen, nämlich einem dorsalen und zwei seitlichen.

Der dorsale (Fig. 62—64 *d*) ist der kürzeste, schnabelförmig und steht in Verbindung mit der oben erwähnten Querleiste. Der rechte Seitenast ist etwas länger (Fig. 62—64 *a*), am freien Ende spießförmig und löffelförmig vertieft. Eben so der linke, längste Ast (*b*), welcher bauchwärts mit Seitenstacheln einseitig besetzt ist, so dass man sie von der Dorsalseite nicht sieht (Fig. 62).

Bei der Auspräparirung des Apparates mittels feiner Nadeln sieht man, dass die Penisrinne aus ihrer Scheide hervorschnellt und die

seitlichen Äste sich in der Weise entfalten, wie Fig. 64 es veranschaulicht. Bei der Begattung dringt wohl die Penisrinne in die »Bursa seminalis«, während die Seitenäste sich flügelartig entfalten. Es scheint mir zweifelhaft zu sein, ob sie ebenfalls in die Geschlechtsöffnung eindringen.

Nach der äußeren Ausrüstung der Seitenäste und Stacheln steht *Vortex microphthalmus* dem von O. Schmidt beschriebenen *Vortex armiger* am nächsten, bei welchem allerdings, wie bei allen übrigen Arten, die Penisrinne fehlt. Möglicherweise existirt sie noch bei *V. pictus*, wenn die Abbildung O. Schmidt's richtig ist. Andererseits beschreibt Fuhrmann[1] einen *Vortex fuscus*, bei dem ebenfalls eine aber nur sehr kurze und abgestutzte Penisröhre vorhanden ist und giebt an, dass eben solche Penisrinne auch bei *V. armiger* existirt.

Noch bedeutender unterscheidet sich *Vortex microphthalmus* von allen genauer bekannten Arten in den weiblichen Geschlechtsorganen. Der Keimstock öffnet sich mit einem kurzen Eileiter in das Antrum gleichzeitig mit den Dotterstöcken; er trägt daher keine Spermatheca. Anstatt dessen ist hier ein voluminöses und immer auffallendes Organ entwickelt, welches v. Graff als »Bursa seminalis« bezeichnet, die aber komplicirter ist als bei allen Rhabdocölen, bei welchen sie nach v. Graff vorkommt.

Es beginnt am Antrum durch eine weite Mündung und stellt weiter in seinem Verlaufe einen in der Regel doppelt geknickten Kanal vor (Fig. 58 *bs*), der schließlich einen Blindsack bildet. Seine Wandungen sind stark muskulös, mit einer chitinösen Intima ausgekleidet, nach außen sind die Wandungen mit starken Ringmuskeln und denselben entsprechenden ringförmig angeordneten Höckerchen versehen.

Am blinden Ende dieses Kanals ist die eigentliche Spermatheca (Fig. 58 *rs*) befestigt, ein im gefüllten Zustande kugeliges Organ, das sich in einen stielförmigen Hals verlängert und mit einer trichterförmigen Mündung in das Innere des Kanals sich öffnet. Die Beziehungen der Spermatheca zu dem Gange sind recht schwierig zu ermitteln, so lange man sie nur im gefüllten Zustande beobachtet. Erst wenn sie nicht das Sperma enthält, kann man sicherstellen, dass die Spermatheca eine Wiederholung der Intima vorstellt, indem sich dieselbe am blinden Ende des Kanals nach innen hervorstülpt und sich am freien Ende öffnet (Fig. 60 *rs*). In diesem leeren Zustande stellt die Spermatheca ein winzig kleines, aus hellen Wandungen bestehendes Säckchen dar, das man leicht übersehen kann; erst wenn

[1] Otto Fuhrmann, Die Turbellarien der Umgebung von Basel. Revue suiss. de zoologie. 1894. T. II.

sich die Spermatheca mit Sperma füllt, ist sie sehr auffallend. Wenn nun die Spermatozoen entleert werden, verbleibt hier nur das Kornsekret und die Spermatheca ist durch dessen braune Färbung auffallend (Fig. 61 *rs*). Beim Drucke wird auch dieser Inhalt entleert; ist sie ganz leer, dann ist das ganze Organ schlauchförmig, am Proximalende nicht angeschwollen (Fig. 61 *bs*).

Ich glaube das Richtige getroffen zu haben, wenn ich das eben beschriebene Organ mit der »Bursa seminalis«, wie sie v. Graff bei so vielen Gattungen hervorhebt, identificire. Bezüglich des Baues »des Stieles oder Ausführungsganges« stimmen beide Organe überein, aber v. Graff thut keine Erwähnung der endständigen inneren Spermatheca, sondern nur eines verschmälerten Stieles und birnförmig oder sackartig angeschwollenen Proximalendes. Nur bei einigen Arten, wie bei Monotus, Macrorhynchus etc. kommen mehrere seitliche mit Sperma gefüllte Bläschen vor, die nach v. Graff wahrscheinlich die Funktion der Samentaschen übernehmen.

Fragt man sich nun nach der morphologischen Bedeutung des muskulösen Schlauches von *Vortex microphthalmus*, welcher wahrscheinlich — nach der Darstellung von O. Schmidt[1] und Hallez[2] auch bei *Vortex pictus* vorhanden ist, wo er einfach als Receptaculum seminis gedeutet wird — so giebt uns Opistoma für dessen Deutung die verlässlichsten Aufschlüsse. Der lange, muskulöse und überhaupt mit übereinstimmenden histologischen Charakteren sich auszeichnende Gang von Opistoma, in welchen der Keimstock, die Dotterstöcke und die Spermatheca einmünden, und welche wir daher als Ductus communis bezeichnet haben, während er von Schultze auch passend als Vagina gedeutet wurde — ist das einzige Homologon des Organs, welches v. Graff als »Bursa seminalis« annimmt.

Bei *Vortex microphthalmus* verbindet sich der Eileiter und die

[1] O. Schmidt, Rhabdocölen von Krakau. Taf. I, Fig. 7 *s*.

[2] Hallez, Contributions à l'hist. nat. des Turbellariés, Pl. I, Fig. 1 *RS*. L. v. Graff betrachtet die von Hallez richtig als *V. picta* beschriebene Form als neu und hebt hervor, dass der letztgenannte Verfasser die Bursa copulatrix übersehen hat. Er nennt daher die neue Species *Vortex Hallezii* n. sp. Dem ist aber gewiss nicht so, indem die Art von Hallez mit der auch mir aus den Brunnen von Prag bekannten *V. picta* übereinstimmt. Das von Hallez als Receptaculum (*RS*) gedeutete Organ stimmt wohl mit dem von mir bei *Vortex microphthalmus* beschriebenen überein. Bei beiden ist keine Bursa copulatrix vorhanden, und wenn eine solche von v. Graff gefunden wurde, so ist das ein sicherer Beweis, dass ihm eine ganz andere Art vorlag. Hallez nimmt in seiner letzten Arbeit (Catalogue des Turbellariés du Nord de la France etc. Revue biologique, Tome II, 1889—1890) die Art als »*V. Hallezii*« an, was jedoch mit seiner früheren Abbildung und der Darstellung von v. Graff nicht vereinbar ist.

Dotterstöcke mit dem Antrum, daher entwickelte sich der Ductus communis selbständig, und an dessen Ende stülpte sich die Spermatheca aus. »Bursa seminalis« v. GRAFF's stellt hier daher zwei Organe vor, den muskulösen Gang, welchen man passend als »Vagina« bezeichnen wird, und die Spermatheca. In derselben Weise wird man wahrscheinlich alle »Bursae seminales« deuten müssen.

2. Vortex quadrioculatus n. sp.

Derselben Größe und Farbennuancen wie V. microphthalmus. Bei den schwimmenden Thieren ist jedoch der vordere Körperrand abgerundet (Fig. 51) und die schwänzchenartige Verlängerung nicht so scharf hervortretend, wie bei den ruhig sitzenden, etwas kontrahirten Thieren, deren Vorderrand dann als fast abgestutzt erscheint (Fig. 52). Die Art ist übrigens dem *V. truncatus* äußerlich so ähnlich, dass ich sie ursprünglich — ohne die Kenntnis des Geschlechtsapparates — für dieselben gehalten habe. Während aber bei der letztgenannten Art die Augen meist einfach, d. h. als ein Paar schwarzer Punkte erscheinen, und ausnahmsweise derart getheilt sind, dass zu jeder Seite ein größerer und ein kleinerer Augenfleck vorhanden sind[1], die wieder in einigen Fällen durch eine Brücke verbunden sein können —, so waren sämmtliche von mir untersuchte Individuen mit vier Augen versehen, nämlich mit zwei größeren schüsselförmigen hinteren und zwei kleineren vorderen (Fig. 52). Indessen glaube ich, dass die zwei Augenflecke je einer Seite nur einem Auge entsprechen, indem dieselben durch gemeinschaftliche innere Kolben verbunden sind. Die übrige Organisation des Nervensystems, des Verdauungs- und Exkretionsapparates habe ich nicht besonders untersucht, da ich vorzugsweise die Geschlechtsorgane zu erkennen trachtete. Und diese sind ganz verschieden von denen der übrigen Arten. Ich beschreibe sie sehr kurz in den Theilen, welche bereits bei anderen Arten bekannt sind. Die Geschlechtsöffnung ist rund und zu beiden Seiten derselben findet man je eine Gruppe großer Drüsen, die mit einem grobkörnigen, glänzenden Inhalte gefüllt sind (Fig. 57 *d*). Das Antrum ist sehr umfangreich und erscheint in lebenden Thieren als eine mächtig angeschwollene, dünnwandige Höhlung (Fig. 57 *a*). Auf den auspräparirten Geschlechtsorganen platzt es dagegen, und dann sieht man seine mächtige Ringmuskulatur. Im lebenden Zustande ist das Antrum wahrscheinlich mit einer hyalinen Flüssigkeit erfüllt, welche bei der Präparation sich nach außen ergießt, wenn das Organ platzt.

[1] BRAUN hat bei Dorpat nur vieräugige Individuen gefunden.

In das Antrum münden drei Organe: 1) der gemeinschaftliche Ausführungsgang der Spermatheca und des Eileiters, somit der Ductus communis, 2) eine Bursa copulatrix und 3) der männliche Ausführungsgang.

Ad 1. Ductus communis (Fig. 57 *dc*) nimmt den kurzen Eileiter (Fig. 57 *od*) am Distalende auf und gleichzeitig mit ihm einen schlanken aber ziemlich langen Stiel der Spermatheca (Fig. 57 *rs*), die rund und prall mit Sperma angefüllt ist. Schließlich münden gemeinschaftlich in den Ductus communis auch die Dotterstöcke; ich kann jedoch die Stelle nicht ganz genau angeben, wo dies geschieht. In unserer Abbildung sind die Dotterstöcke glattwandige mit der Dottersubstanz prall gefüllte Schläuche, während bei jüngeren Exemplaren sie viel schlanker und mit seitlichen Ausbuchtungen versehen sind (papillös nach dem Ausdrucke v. GRAFF's). Den gemeinschaftlichen Dottergang vermochte ich nicht so zu verfolgen, dass ich seine Ausmündung in den Ductus communis verlässlich anzugeben vermag. Wahrscheinlich geschieht dies in der Nähe des Eileiters.

Nach den von den übrigen Vortices bekannten Verhältnissen stimmt mit unserer Art nur *Vortex Hallezii* überein, bei welchem die Spermatheca ebenfalls mit einem langen Stiele in den Ductus communis einmündet.

Ad 2. Die Bursa copulatrix ist ein mehr oder weniger deutlich hervortretender, kurzstieliger Sack von scharf umschriebenen Wandungen (Fig. 57 *bc*).

Nach den weiblichen Geschlechtsorganen stimmt daher *Vortex quadrioculatus* mit den meisten im Werke v. GRAFF's genauer beschriebenen Arten überein. Aber in den männlichen Geschlechtsverhältnissen ist unsere Art in der europäischen Fauna allein dastehend, zumal dadurch, dass das Kopulationsorgan von der eigentlichen Vesicula getrennt ist.

Ad 3. Die Hoden befinden sich im vorderen Körper, bis zu beiden Seiten des Pharynx reichend. Sie verbinden sich durch die Vasa deferentia mit der Vesicula seminalis, die ich in meinen Exemplaren meist leer gefunden. Die Vesicula seminalis, Vesicula granulorum und der Ductus ejaculatorius stellen ein selbständiges Organ vor, welches eben durch den Ductus ejaculatorius seitlich in einen hohlen Schlauch einmündet, in welchem das chitinöse Kopulationsorgan enthalten ist. Dieser Schlauch verlängert sich als ein dünnwandiger Ductus penialis in das Antrum.

Die Prostatadrüse ist sehr eigenthümlich verästelt und besteht aus nicht zahlreichen Drüsenzellen, die durch ihre Ausführungsgänge unter einander anastomosiren und mittels eines gemeinschaftlichen Ausführungsganges in eine schräg gelagerte Vesicula granulorum einmünden.

Der unterhalb der letzteren befindliche Ductus ejaculatorius ist erweitert, verengt sich aber distalwärts zu einem kurzen mit scharf kontourirten und muskulösen Wandungen versehenen Kanälchen, das in die erwähnte Scheide mit dem Kopulationsorgan einmündet.

Das Kopulationsorgan erscheint in der Profillage als ein einfacher Chitinstab, welcher sich am unteren Ende in vier Seitenäste theilt, von denen man zwei längere als dorsale, zwei kürzere als ventrale bezeichnen kann. Dass der Hauptast aus zwei ursprünglich getrennten Stäben entstand, beweist eine längliche Rinne, die an der Dorsalseite des Hauptastes mehr oder weniger deutlich verläuft (Fig. 54). Die dorsalen Seitenäste sind meist mit neun, die ventralen mit sieben Stacheln besetzt (Fig. 53).

Die Eier von Vortex quadrioculatus sind gestielt (Fig. 55).

Ich habe diese Art im Wasser der Příbramer Waldpfützen gefunden.

Vergleichende Rückblicke über die weiblichen Geschlechtsorgane der Vorticiden. In den vorliegenden drei Kapiteln haben wir die Organisation der weiblichen Organe von Opistoma, Derostoma und Vortex eingehend dargestellt und es bleibt uns nun übrig dieselben auf ein und dasselbe Schema zurückzuführen.

Es ist nicht schwierig ein solches für die erstgenannten zwei Gattungen zu entwerfen, wenn man die langen Gänge, die wir als Ductus communis bezeichneten, als homolog betrachten. In beiden Gattungen entstanden dieselben als sekundäre Ausstülpungen des primären Antrums, welches letztere bei Opistoma als solches persistirt, während es bei Derostoma sich zu einem Antrum superius und Antrum inferius differenzirt.

Bei beiden Gattungen entstand durch seitliche Ausstülpung des erwähnten Ductus die Spermatheca, und in denselben münden noch der kurze Eileiter und die Dotterstöcke.

Schwieriger wäre es die besprochene Homologie bei Vortex zu statuiren, zumal man hier mit zwei Typen der weiblichen Geschlechtsorgane es zu thun hat, die sich einerseits in *Vortex quadrioculatus*, andererseits in *V. microphthalmus* manifestiren.

Mit der erstgenannten Art steht es noch nicht so schlimm; auch hier begegnet man denselben Komponenten wie bei Opistoma und Derostoma: In das Antrum mündet ein langer gemeinschaftlicher Ausführungsgang der Spermatheca und des Eileiters und höchst wahrscheinlich auch der Dottergang. Somit haben wir es hier wieder mit einem Ductus communis zu thun.

Anders dagegen bei *Vortex microphthalmus*; hier mündet der Eileiter mit den Dotterstöcken direkt in das Antrum ein. Nur der aus dem An-

trum sekundär ausgestülpte und an seinem blinden Ende die Spermatheca aufbewahrende Sack kann dem Ductus communis entsprechen.

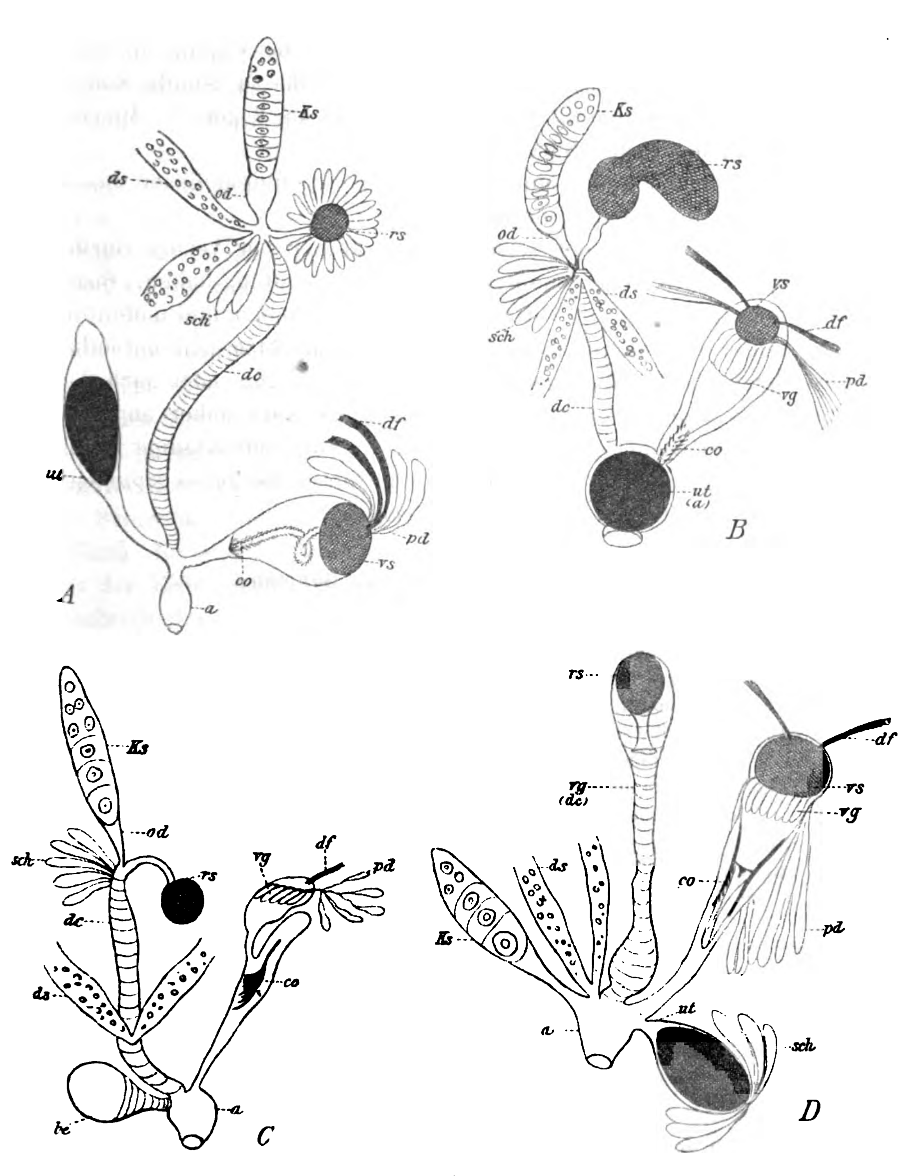


Fig. *A—D.*

Schema des Geschlechtsapparates von *Opistoma* (*A*), *Derostoma* (*B*), *Vortex quadrioculatus* (*C*), *Vortex microphthalmus* (*D*). *Ks*, Keimstock; *od*, Eileiter; *ds*, Dotterstöcke; *rs*, Spermatheca; *sch*, Schalendrüsen; *dc*, Ductus communis; *vg*, Vagina; *ut*, Uterus; *a*, Antrum; *co*, Kopulationsorgan; *vs*, Vesicula seminalis; *df*, Samenleiter; *pd*, Prostatadrüsen; *vg*, Vesicula granulorum; *c*, Bursa copulatrix.

Und thatsächlich glaube ich durch dessen histologischen Bau nachgewiesen zu haben, dass der Blindsack dieselbe morphologische Bedeutung haben kann, wie der Ductus communis von Opistoma. Bei *Vortex microphthalmus* hat er aber nur die Funktion einer Vagina, an deren äußerstem Ende eine Spermatheca erst sekundär zu Stande kommt, wesshalb die Bezeichnung des ganzen Organs als Vagina + Spermatheca passender ist als »Bursa seminalis«.

Die voranstehenden Figuren dürften die Ergebnisse dieser theoretischen Betrachtungen veranschaulichen.

Die Verhältnisse des Geschlechtsapparates von Vortex dürften außerdem eine tiefergreifende systematische Bedeutung haben. Bisher ist eine große Anzahl der Vortexarten (30) beschrieben, und hoffentlich wird sich in der Zukunft zeigen, dass die Geschlechtsorgane derselben entweder nach dem Typus von *Vortex microphthalmus*, oder nach dem Typus von *V. quadrioculatus* gebaut sind. Es wäre daher angezeigt das bisherige Genus Vortex wenigstens in zwei selbständige Untergattungen zu theilen, von denen die eine durch die Bursa copulatrix, die andere durch die Vagina sich auszeichnet.

IV. Über die Prorhynchiden Böhmens.

Litteratur.

1. M. Braun, Die rhabdocölen Turbellarien Livlands. Archiv für die Naturkunde Livlands, Esth- und Kurlands. II. Ser. Bd. X.
2. L. v. Graff, Monographie der Turbellarien. I. l. c.
3. P. Hallez, Contributions à l'hist. des Turbellariés.
4. de Man, Geocentrophora sphyrocephala.
5. v. Kennel, Untersuchungen an neuen Turbellarien. Zool. Jahrbücher. Abth. für Anatomie und Ontogenie der Thiere. Bd. III. 1889.
6. E. Sekera, Príspěvky ku známostem o Turbellariích. l. c. II.
7. F. Vejdovský, Vorläufiger Bericht über die Turbellarien der Brunnenwässer von Prag. l. c. 1879.

Bisher ist in Böhmen meist nur eine Prorhynchus-Art angeführt worden, nämlich *Prorhynchus stagnalis*, welcher, wie ich vor Jahren mitgetheilt habe, in ungemein großer Anzahl in den gewesenen Wasserkästen in Prag vorhanden war, die damals mit dem unfiltrirten Moldauwasser gespeist wurden. In der Moldau selbst ist diese Art derzeit recht selten, wo sie unter Steinen in dem Detritus lebt. Zahlreicher kommt sie in dem Kejer und Počernitzer Teiche vor.

Eine andere Art, *Prorhynchus balticus* ist von Sekera als Bewohner der Waldtümpel in der Umgebung von Hlinsko erwähnt worden. Nähere Angaben über diese auch in Böhmen vorkommende Art fehlen bisher.

In den nachfolgenden Zeilen suche ich zur Kenntnis der einheimischen Süßwasserfauna durch eine Beschreibung von zwei neuen Arten beizutragen, die mir seit einer Reihe von Jahren bekannt sind, über welche ich aber nur vorübergehende Mittheilungen in meinen Vorlesungen gemacht habe, während eine eingehendere Darstellung derselben einer späteren Zeit vorbehalten wurde, da ich hoffte durch künftige Befunde meine lückenhaften Kenntnisse über diese Arten zu vervollständigen. Da es mir aber nicht glückte neues Material zu bekommen, so veröffentliche ich die mangelhaften Erfahrungen, um wenigstens auf die Existenz dieser Arten aufmerksam zu machen. Die eine Art nenne ich *Prorhynchus fontinalis*, die andere *Pr. hygrophilus*.

1. Prorhynchus fontinalis n. sp.

Diese Art fand ich im August 1882 in einigen Exemplaren im Böhmerwalde, und zwar am Fuße des Spitzberges in einer kleinen Quelle, welche sich am Wege zwischen dem Schwarzen See und den dortigen Hôtels befindet. Der Wurm schleicht hier unter Steinen und im Schlamme und ist durch seine schneeweiße Farbe sofort auffallend. Er erschien bloß an der Stelle, wo das Wasser unmittelbar aus der Erde ans Tageslicht kommt, während ich weiter im unteren Ausflusse der Quelle kein einziges Exemplar fand, obwohl ich hier durch mehrere Tage und mit Hilfe meines damaligen Hörers Jos. A. Frič das Quellwasser durchsuchte. Nach diesem Umstande darf man dafür halten, dass *Prorhynchus fontinalis* eine subterrane Art vorstellt, welche nur durch Quellwasser an den Tag kommt und hier nur in der nächsten Umgebung der Quellenstätte unter Steinen und im Schlamme sich vor den Lichtstrahlen verbirgt.

Der Körper ist lang gestreckt, von 5 mm Länge, es kommen aber auch kleinere Exemplare vor; durch die Protraktion des Körpers kann sich das Thier um etwas verlängern. Dann erscheint es sehr schlank, am Vorderrande fast gerade abgestutzt und in kleine öhrchenförmige Fortsätze — wie bei einer Planaria alpina — sich ausbreitend. Hinter den letzteren befinden sich ziemlich lange, aber seichte Wimpergruben, die weit auffallender sind als bei *P. stagnalis*; namentlich treten sie als weite und vertiefte Schlitze hervor, wenn das Thier den Pharynx zum Munde herausstreckt (Fig. 67 *vj*), wobei auch die seitlichen Fortsätze deutlicher zu beiden Körperseiten hervorragen.

Nach hinten ist der Körper abgerundet, und hier, wegen des Magens wenig durchsichtig, während der Körpertheil, wo der Pharynx verläuft, sich durch eine große Durchsichtigkeit auszeichnet.

Die terminale, ein wenig bauchwärts liegende Mundöffnung führt

in eine dünnwandige, lang ausgezogene Pharynxtasche, deren Längsfaltungen (Fig. 66 *pht*) namentlich bei der Ausstülpung des Pharynx darauf hinweisen, dass hier eine Längsmuskelschicht vorherrscht. Der leere Raum der Schlundtasche reicht bis etwa zum ersten Fünftel oder Sechstel der Körperlänge und erst hier gewahrt man das Distalende des Pharynx, durch welchen sich *P. fontinalis* von allen bisher bekannten Arten unterscheidet. Es ist eine sehr lange, gleichmäßig breite Röhre, welche der ganzen Länge nach quergestreift ist und ein ziemlich enges Lumen enthält. Zum Vergleiche mit den Schlunden der bisher bekannten Prorhynchusarten muss man dafür halten, dass die Querstreifung von der Ringmuskulatur herrührt und dass die letztere der ganzen Länge nach gleichmäßig vertheilt ist, so dass man keine Abschnitte mit Längs- und Quermuskeln unterscheiden kann. Unter dem Deckgläschen stülpt sich der Pharynx rasch aus und ein, während welcher Vorgänge es sich herausstellt, dass sein äußeres Ende mit einer Anzahl Ausbuchtungen (Fig. 66) versehen ist, die sich einmal wahrscheinlich als Tastpapillen ergeben dürften. Bei der völligen Ausstülpung erweitert sich das freie Ende des Pharynx sehr bedeutend.

Der Magen ist ganz undurchsichtig, zu beiden Seiten undeutlich gelappt und bis zur hinteren Körperwand reichend; bei der Feinheit des hinteren Hautmuskelschlauches bricht er sehr oft durch und der Mageninhalt strömt wie durch einen After nach außen.

Von der übrigen Organisation der Thieres habe ich nur noch das paarige Gehirnganglion sichergestellt. Jede Hälfte besteht aus einem langausgezogenen Knoten, die sich vor dem Pharynx befinden (Fig. 65 *g*) und nach vorn durch eine Querkommissur verbunden sind.

Nach hinten geht jede Hälfte in einen sehr langen Nerv aus, die zu beiden Seiten des Pharynx verlaufen und sich nicht selten bis zum Magen verfolgen lassen (*kn*). Nach vorn habe ich zwei kurze und schmale Nerven beobachtet, die sich schräg, scheinbar zu den Wimpergruben begeben (Fig. 65 *vn*).

Die letztgenannten Gebilde habe ich als die einzigen Sinnesorgane sichergestellt, denn die Augen fehlen bei der uns interessirenden Art.

Das ist Alles, was ich an Ort und Stelle über Prorhynchus fontinalis mit mäßigen Vergrößerungen ermitteln konnte (ich verfügte damals nur über ein Obj. E Zeiss). Daher habe ich keine Erfahrungen über die Exkretions- und Geschlechtsorgane. Bezüglich der Vermehrung muss ich bemerken, dass ich in einem Exemplare im hinteren Körperdrittel scheinbare Spuren der Quertheilung beobachtete.

Dass Prorhynchus fontinalis eher der subterranen Fauna angehören dürfte, schließe ich aus nachfolgenden Thatsachen:

a) dass er völlig weiß, pigmentlos ist,
b) dass er mit Ausnahme der Magenwandungen durchsichtig ist,
c) dass er der Augen entbehrt,
d) dass er lichtscheu ist und unter Steinen und im Schlamme lebt,
e) dass er nur an der Stelle gefunden wurde, wo das Wasser unmittelbar aus der Erde quillt.

2. Prorhynchus hygrophilus n. sp.

J. Babor a K. Pisařovic[1] erwähnen in einer kurzen Mittheilung über das Vorkommen von *Rhynchodemus terrestris* in Böhmen, dass Herr Dr. A. Štolc in dem Thale von Jarov bei Zbraslav (Königsaal) einen bisher unbekannten Prorhynchus entdeckt hat. Es gelang mir einige Exemplare dieser Art im Herbste 1890 und 1891 zu gewinnen und theile im Nachfolgenden eine lückenhafte Beschreibung ihrer Organisation mit.

Prorhynchus hygrophilus lebt in dem genannten Thale in der feuchten Erde und unter dem abgefallenen Laube am Ufer eines Bächleins, er ist daher hygrophil aber hydrophob, indem es ins Wasser gebracht sofort dasselbe verlässt und an den feuchten Wandungen des Gefäßes schleicht, wo er gehalten wird; es verschluckt mit Vorliebe die Rotatorien, selbst kleine Daphniden, die sich im Wasser befanden, in welches er gebracht wurde. Sonst ist diese Art sehr resistent und bleibt mehrere Tage am Leben in den feuchten Behältern, wo sie gezüchtet wird; man muss nur die Luft feucht halten. Was also die Lebensweise anbelangt, ist *P. hygrophilus* dem von de Man beschriebenen *P. sphyrocephalus* (Geocentrophora sphyrocephala de Man) ähnlich, welche letztere Art von dem genannten Verfasser ebenfalls im Niederland in feuchter Erde gefunden wurde.

Die uns beschäftigende Art ist von weißlicher Farbe und höchstens von 3—4 mm Länge. Der vordere Körperrand etwas erweitert und seicht herzförmig eingeschnitten, in welchem Einschnitte ventralwärts die Mundöffnung liegt. Nach hinten verschmälert sich der Körper beim Kriechen (Fig. 69), wenn sich aber das Thier festheftet, so verbreitert sich das Hinterende spatelförmig, wie bei Macrostoma (Fig. 68). Der Körper ist ziemlich durchsichtig, so dass man die Lage der Organe, mit Ausnahme der Exkretionsorgane, leicht verfolgen kann. Im Leben sieht man den Vorderrand des Körpers mit starren Tastborsten besetzt; ich habe auch bei der homogenen Immersion keine Zitterbewegungen derselben wahrgenommen. Auf der ganzen Oberfläche, namentlich

[1] J. Babor a K. Pisařovic, Rhynchodemus terrestris v Čechách. Věstník král. spol. nauk. v Praze 1893.

aber am hinteren Körperumfang, sieht man zahlreiche Wärzchen, die mit eben solchen starren Sinnesborsten bedeckt sind (Fig. 68 *p*). Die Hypodermis der Rückenseite ist im Leben auffallend durch das Vorhandensein von zahlreichen hyalinen Drüsen, die durch ihre runde Gestalt und glänzenden Inhalt aus der grauen Umgebung der Hypodermis scharf hervortreten (Fig. 70 *hd*). Man sieht, dass aus denselben eine scheinbar klebrige Substanz in der Form von glänzenden Läppchen heraustritt, ohne sich jedoch vom Körper loszutrennen.

Was den Inhalt dieser Drüsen anbelangt, so ist es eine wahrscheinlich fettartige Substanz, die sich im Alkohol löst und deren Reste sich in Pikrokarmin diffus färben. An Schnitten sieht man nun diese Überreste in der Gestalt von birnförmigen oder abgeflachten Körperchen, welche mit verengten Enden in der Hypodermis stecken, mit dem erweiterten Körper aber zwischen den Längsmuskeln dicht angehäuft sind (Fig. 75, 77, 79, 80 *hdd*). Niemals kommt in diesen Drüsen ein Kern zum Vorschein. In der Reihe der von mir beobachteten Turbellarien kenne ich derartige Elemente der Hypodermis noch bei *Bothrioplana bohemica* und werde sie weiter unten näher darstellen, sowie auf ihre vermuthliche physiologische Funktion hinweisen. Bei *Pr. stagnalis* haben die in Rede stehenden Drüsen Schneider und Hallez beobachtet, welcher Letztere sie als »Organes en forme d'urne des téguments« bezeichnet, während v. Kennel sie richtig als Hautdrüsen auffasst. Die ventrale Hypodermis entbehrt der besprochenen Hautdrüsen. Nur in dem Vorderkörper habe ich besondere einzellige Elemente gefunden, welche an Querschnitten durch ihre Größe auffallen, aber von den ersteren durchaus abweichend sind. Es sind meist runde Zellen, deren Körper eigentlich innerhalb der Leibeshöhle sich befindet und die durch allmählich sich verengende Stiele mit der Hypodermis in Verbindung stehen (Fig. 75 *hdv*). Ihr Inhalt ist ein klares Protoplasma, in welchem ein großer runder Kern mit zierlichem Kernnetze vorhanden ist. Die Drüsenzellen liegen in bedeutenden Abständen von einander, so dass an einzelnen Schnitten meist nur drei bis vier solche Elemente zum Vorschein kommen. In Fig. 76 (*hdv*) sieht man zwei solche Zellen, die durch einen gemeinschaftlichen Stiel in der Hypodermis stecken.

Sonst habe ich die übrigen Komponenten der Hypodermis im frischen Zustande nicht speciell untersucht, und an Schnitten sehe ich nur eine fein gestreifte Schicht, in welcher die Kerne nicht zum Vorschein kommen. Wahrscheinlich färben sie sich nicht. Die Cuticula ist sehr resistent. Nur die Bauchseite des Körpers ist mit Wimpern besetzt (Fig. 75), während die Dorsalseite der letzteren völlig entbehrt.

Daher stimmt *Prorhynchus hygrophilus* in dieser Hinsicht mit der ebenfalls landbewohnenden *Microplana humicola* überein.

Von der Leibesmuskulatur verdient namentlich die Längsmuskelschicht besprochen zu werden. Sie tritt an Querschnitten sehr deutlich hervor und verhält sich verschieden auf der Rückenseite und der Bauchseite. Auf der ersteren sieht man nämlich in ziemlich weiten Abständen von einander sehr lichtbrechende, runde Querschnitte der Längsmuskelfasern, deren feineren Bau mir wegen der Kleinheit nicht zu ermitteln gelang. Sie sind in eine wahrscheinlich feinkörnige, nur recht schwach diffus sich färbende Grundsubstanz eingelagert (Fig. 75, 79, 80, 81 *lmd*). Die Längsmuskelfasern der Bauchseite sind dagegen dicht an einander gedrängt, an Querschnitten trapezförmig und wegen der Höhe und Differenzirung der Substanzen allerdings nur mit den stärksten Systemen viel verlässlicher zu ermitteln (Fig. 75, 77, 76, 79 *lmv*). Man sieht hier, dass die lichtbrechenden, farblosen Feldchen mit dunkleren Intervallen alterniren; die letzteren stellen offenbar wieder die intermuskuläre Substanz vor, während die hyalinen Feldchen den eigentlichen Muskelfasern angehören. Bedient man sich nun der homogenen Immersion, so ist der Bau derselben ziemlich verlässlich festzustellen. Man erkennt, dass jeder Muskelquerschnitt aus einer hyalinen Grundsubstanz und der lateralen Rindensubstanz besteht. Wählt man noch zur Beobachtung solche Partien, die ein wenig schräg geschnitten wurden, so erkennt man auch die feinsten Komponenten der kontraktilen Substanz. Sie erscheint zu beiden Seiten einer jeden Muskelfaser als eine dunkle Lamelle, die aus feinen Pünktchen zusammengesetzt ist (Fig. 90 *lmv*). Diese Pünktchen stellen wieder Querschnitte der ungemein feinen Fibrillen dar, die wohl der Länge der Muskelfasern nach verlaufen.

Die Grundsubstanz der Muskelfasern scheint homogen zu sein, indessen ist es recht schwierig sich von deren Struktur zu überzeugen. Ich begnüge mich daher mit der Feststellung der Thatsache, dass bei dem geschilderten Turbellar der Bau der Muskelfasern wesentlich derselbe ist, wie ich ihn unlängst bei Gordiiden dargestellt habe. Es ist indessen die Frage zu beantworten, ob die erkannten Muskelfasern je einer Zelle entsprechen, oder mehrere Muskelfasern aus einer Zelle entstanden sind. Ich glaube diese Frage nur in dem letzteren Sinne beantworten zu müssen. Zunächst findet man in der Längsmuskelschicht nirgends einen Zellkern; die Fasern sind durchaus kernlos.

Aber an jedem Schnitte findet man, dass eine Anzahl von Muskelfasern von je einer großen Zelle bedeckt sind; einmal erscheint es, dass die Zelle isolirt ist, ein anderes Mal reihen sich mehrere Zellen an

einander, dass sie förmlich ein Epithel vorstellen (Fig. 79 *pz*). Diese Zellen sind so auffallend durch ihre Zugehörigkeit zum Hautmuskelschlauche, dass es mir schien dieselben als ein Homologon einer »Peritonealmembran« betrachten zu müssen. Keinesfalls darf man sie aber so einfach zum konventionellen Parenchym zurechnen. Ich betrachte sie einfach als Muskelzellen, deren basaler Theil sich zu mehreren Muskelfasern differenzirt hat, während der übrige Plasmatheil mit dem Kerne als Sarkoplasma funktionirt.

Noch auffallender sind diese Verhältnisse auf der dorsalen Längsmuskelschicht, wo die großen Kerne der Intermuskularsubstanz so dicht anliegen (Fig. 91 *mz*), dass man sie füglich als Kerne der Muskelzellen betrachten muss [in Fig. 80 (*mz*) sieht man zwei solche in der Theilung begriffene Kerne]. Dabei würde die oben erwähnte feinkörnige Substanz, in welcher die Muskelfasern der Rückenseite eingebettet sind, als Sarkoplasma zu deuten sein (vgl. auch die weiter unten folgenden Angaben über die Leibesmuskulatur von *Bothrioplana*).

Die dorsoventralen Muskeln (Fig. 75 etc. *dvm*) sind bald einfach, bald an beiden Enden verästelt. Die in dem engen Raume zwischen dem Darm und Keimdotterstocke hinziehenden Transversalmuskeln (Fig. 88 *tm*) sind ebenfalls kernführend.

Der durch den eben beschriebenen Hautmuskelschlauch, zu dem ich also noch die Deckzellen der Längsmuskelschicht (Fig. 79 *pz*) rechne, umgebene Leibesraum ist neben den weiter unten dargestellten Organen von dem sog. Parenchym eingenommen, welches bei Prorhynchus hygrophilus aus zwei verschieden sich gestaltenden Komponenten besteht. Von den einen Elementen dieses Gewebes kann man an Präparaten nur die großen (0,008 mm) und mit reichlichem Chromatinnetze versehenen Kerne statuiren, da das Plasma der Zellen wahrscheinlich durch die angewandten Reagentien (Chromosmiumessigsäure-Platinchlorid) zerstört ist. Diese Elemente sind vorzugsweise in dem Vorderkörper zwischen den Dorsoventralmuskeln angehäuft (Fig. 75, 91, 77 *p*), in spärlicherer Menge findet man sie auch weiter nach hinten (Fig. 81 *p*) zwischen den verästelten Parenchymzellen. Diese stellen den zweiten Bestandtheil des sog. Parenchyms vor und erfüllen den weit größeren Theil der Leibeshöhle zwischen dem Darme und dem Hautmuskelschlauche. Sie sind bereits in lebenden Thieren kenntlich erstens durch ihre lappenförmige Vertheilung zu beiden Seiten des Darmes (Fig. 68 *pnz*), indem sie mit den Seitenläppchen des letzteren alterniren, und zweitens durch ihre tiefbraune Farbe. Am besten sieht man ihre Vertheilung an Querschnitten (Fig. 79 *pnz*), wo sie sowohl durch ihre großen, intensiver sich färbenden Kerne, als durch ihren

grobkörnigen, glänzenden Inhalt und durch ihre seitlichen Verästelungen sehr auffallend sind.

In der Form und Färbung, wie dieses »Parenchym« in den lebenden Thieren vertheilt ist, machte es auf mich den Eindruck, als hätte man es hier mit Elementen drüsiger Natur zu thun. Thatsächlich gelang mir an geeigneten Schnitten sicherzustellen, dass wenigstens einzelne dieser Zellen sich in einen kanalartigen Fortsatz verlängerten, dessen Inhalt sich von dem grobkörnigen des Zellleibes unterscheidet (Fig. 81 *pnz*). In dem Ausführungsgange findet man große lichtbrechende Kügelchen dicht neben einander und der Reihe nach angeordnet. Allerdings aber vermag ich nicht anzugeben, wo und auf welche Weise diese »Drüsen« nach außen münden.

Sonst findet man zwischen den »Parenchymzellen« zahlreiche und größere Lücken, namentlich in der hinteren Körperregion in der Umgebung des Darmes und der Geschlechtsorgane (vgl. Fig. 84, 85, 86, 88).

Die Darmwandung pflegt hier mit einzelnen ganz isolirten Zellen besetzt zu sein (Fig. 82 *pz*).

Schließlich muss ich auf große Drüsen hinweisen, welche zu beiden Seiten der Mundöffnung nach außen münden und wahrscheinlich den Schleimdrüsen anderer Turbellarien entsprechen (Fig. 54 *d*). Durch ihre enorme Länge und ihren grauen grobkörnigen Inhalt sind sie bei der Beobachtung des lebenden Thieres sehr auffallend. Sie reichen bis hinter den Pharynx, verschmälern sich dann weiter nach vorn zu engen Ausführungsgängen, welche letzteren ebenfalls mit demselben drüsigen Inhalte erfüllt sind, wie der lang ausgezogene, schräg abgestutzte Zellkörper (Fig. 57).

Prorhynchus hygrophilus entbehrt der Stäbchen überhaupt, während Braun bei seinem *P. curvistylus* »nur am hinteren Körperende stäbchenartige Bildungen« beobachtete.

Über die Beziehungen des Pharynx zur Schlundtasche habe ich keine Erfahrungen, da ich Längsschnitte nicht verfertigt habe. Die Lage desselben ist sonst in Fig. 68 und 69 ersichtlich und in Fig. 72 und 73 erkennt man dessen Abschnitte, nämlich den vorderen längsgestreiften (*lm*), und den hinteren, tonnenförmigen und quergestreiften Abschnitt (*rm*); in dieser Gestalt scheint der Pharynx von *P. hygrophilus* mit dem *P. curvistylus* übereinzustimmen, denn wie Braun angiebt, findet man die entsprechende Streifung auf dem ähnlich sich gestaltenden Pharynx der genannten Art. Auch hat der genannte Forscher die Vertheilung namentlich der Ringmuskelfasern ganz genau dargestellt. Die sonstigen Angaben von Hallez, v. Kennel, Braun und de Man hoffe ich durch die nachfolgende Beschreibung des Pharynx und Magens von

P. hygrophilus zu vervollständigen. Der vordere Abschnitt des Pharynx besteht aus den normalen Muskelschichten, welche für den tonnenförmigen Pharynx nach v. Graff charakteristisch sind. Dieser Theil ist sehr protraktil und wird wahrscheinlich nur bei der Nahrungsaufnahme zur Mundöffnung hervorgestülpt. In dieser Region sind sowohl die inneren als äußeren Längs- und Ringmuskelfasern sehr schwach, nämlich einschichtig vorhanden und ein solcher Querschnitt des Pharynx erinnert an dieselben Verhältnisse, welche wir bei Opistoma und überhaupt bei den tonnenförmigen Schlunden kennen (Fig. 91). Man sieht hier nämlich zu äußerst eine einschichtige Längsmuskelschicht (*lz*) mit der darunter liegenden Ringmuskelschicht. In dem inneren Lumen habe ich aber, im Gegensatze zu v. Kennel, kein Epithel sicherstellen können; hier tritt eine feinkörnige, nach innen mit einer Cuticula scharf umrandete Substanz hervor, in welcher eben die inneren Längsmuskelfasern vertheilt und von einer einfachen Ringmuskelschicht umgeben sind (Fig. 91 *li*).

Zwischen der äußeren und inneren Muscularis sind nun die Radialmuskeln ausgespannt (*rm*), mit denen wieder, wie bei Opistoma, die Speicheldrüsen mit großen, runden und dem äußeren Rande des Pharynx genäherten Kernen alterniren. Während der Beobachtung des Pharynx im lebenden Zustande treten diese Kerne sehr schön hervor und ihre Anordnung verleiht dem Ganzen das Aussehen, als hätte man es hier mit einer epithelialen Umhüllung des Pharynx zu thun (vgl. Fig. 72, 73). Natürlich erscheint die eben beschriebene Anordnung der Pharynxkomponenten erst während der mächtigen Protraktion des vorderen Abschnittes. In dem hinteren Abschnitte nimmt dagegen die innere Ringmuskelschicht überhand, während die übrigen Schichten sich gleich wie im vorderen Abschnitte verhalten. In Fig. 92 ist ein Querschnitt des hinteren Abschnittes reproducirt.

Man findet nach außen wieder je eine einfache Längs- und Ringmuskelschicht (*lz*), dann die Radialmuskeln mit den Speicheldrüsen und die innere, hier fünfschichtige Ringmuskulatur (*rim*), worauf die einfache innere Längsmuskellage folgt (*lim*). In anderen Schnitten wird die innere Ringmuskelschicht noch mächtiger, das innere Pharynxlumen dann dreistrahlig, eng und mit scharfen Kanten wie im Pharynx der Nematoden ausgerüstet.

Die Ringmuskelfasern dieser inneren Schicht sind quergestreift, wie man sich verlässlich an lebenden Thieren (mit starken Vergrößerungen, Fig. 74) überzeugen kann. Weniger überzeugend tritt diese Querstreifung an Schnitten hervor, wobei sie als feine Querstrichelchen zum Vorschein kommt. Allerdings darf man diese Querstrichelung

nicht immer mit der Querstreifung der Muskelfasern identificiren, da die Ringmuskelschicht von den Radialmuskeln durchsetzt wird.

An der Grenze zwischen dem Pharynx und dem Darm, welche Stelle an Querschnitten als sphincterartig eingeschnürt erscheint, mündet jederseits eine Gruppe von kugeligen, mit hyalinem Plasma und runden Kernen versehenen Drüsen (Fig. 68 *phd*). Ähnliche Drüsen erwähnt Hallez bei *Pr. stagnalis*, bei welchen er, sowie bei *Pr. curvistylus* Braun an Schnitten Andeutungen davon gefunden hat.

Der Darm ist regelmäßig gelappt, allerdings sind die seitlichen Ausbuchtungen sehr stumpf, so dass sie an Querschnitten leicht übersehen werden können (Fig. 88 *dl*); nichtsdestoweniger unterscheiden sie sich histologisch von den übrigen Wandungen des Darmes, indem sie aus kleineren Zellen bestehen. An lebenden Thieren habe ich 26 solche seitliche Lappen sichergestellt.

Die histologische Struktur der Darmzellen richtet sich nach dem, ob man ein hungerndes oder gut genährtes Thier untersucht. Die abgebildeten Querschnitte des Darmes (Fig. 79, 86, 88 *d*) sind aus dem zwei Tage hungernden Thiere verfertigt und man sieht, dass die Zellen aus einem klaren Plasma bestehen, in welchem ein großer, runder Kern auf dem äußeren Zellrande liegt. Im anderen Falle sind die Darmzellen stark angeschwollen und mit grobkörnigem, wahrscheinlich fettartigem Inhalte erfüllt. In diesem Zustande hat sie v. Kennel (l. c. Taf. VIII, Fig. 11) abgebildet.

Das Gehirnganglion liegt wie bei den bekannten Arten, vor dem Pharynx, über der Schlundtasche (Fig. 68 *g*); es besteht aus zwei lang ausgezogenen Ganglien, die durch eine schmale Querkommissur verbunden sind. Von den Seitennerven habe ich nur die hinteren Äste unzulänglich beobachtet. Viel interessanter gestalten sich die faserigen Nervenäste, welche aus den Gehirnhälften, etwa in der Mitte, ausgehen und sich über dem Schlunde zu feinen Nervenzweigen verästeln. Es sind dies Nerven, die an lebenden Thieren sehr überzeugend zu verfolgen sind und gewiss den Gehirnnerven entsprechen, welche in gleichen Verhältnissen am Schlunde gewisser Annulaten, z. B. Chätogaster, längst bekannt sind.

Noch interessanter ist die ventrale Schlundkommissur, welche die beiden Gehirnhälften von der Bauchseite verbindet und somit die Schlundtasche von unten umarmt (Fig. 77 *vsn*). Sie unterscheidet sich von der dorsalen Schlundkommissur (Fig. 77 *ds*, 91 *cm*) nur durch ihren histologischen Bau; die letztere besteht, wie die Gehirnganglien, aus den Ganglienzellen und dem neuralen Reticulum, während die ventrale Kommissur nur aus Ganglienzellen gebildet ist (Fig. 93). Die

letzteren sind sehr große Elemente mit eben so großen ovalen oder runden Kernen; ich habe nur bipolare Ganglienzellen in dieser Schlundkommissur sichergestellt, und zwar verlaufen die beiden Ganglienzellfortsätze in der Richtung der Kommissur.

Die Ganglienzellenschicht der Gehirnganglien und der oberen Schlundkommissur ist sehr scharf von dem darunter liegenden Reticulum getrennt (Fig. 91 *gzs*), allerdings aber sieht man nur die großen runden Kerne der Ganglienzellen, indem durch das Zellplasma die Reagensflüssigkeiten zerstört sind.

Von den Sinnesorganen habe ich die vorderen Sinnesborsten und die mit ockergelbem Pigment versehenen Augen beobachtet, während über die Beschaffenheit der für Prorhynchus so charakteristischen Wimpergrübchen ich leider keine Erfahrung habe. Indessen hat de Man dieselben bei dem ebenfalls landbewohnenden *P. sphyrocephalus* sichergestellt, so dass es sehr wahrscheinlich ist, dass sie auch bei *P. hygrophilus* vorhanden sind.

Eben so wenig kann ich eine detaillirte Darstellung des Exkretionssystems geben; nach alle dem, was mir bekannt ist, kann man dafür halten, dass sich die Pronephridien eben so verhalten wie bei *P. stagnalis*. Die Wimperläppchen sind vornehmlich im vorderen Körper, zu beiden Seiten der Schleimdrüsen (Fig. 71 *nf*) und vor den Gehirnganglien (Fig. 78 *nf*) vorhanden.

Die Geschlechtsorgane. Ich untersuchte die in Rede stehende Art immer nur im Oktober und fand bei allen Exemplaren, dass der männliche Geschlechtsapparat bereits meist ganz degenerirt war, während die weiblichen Geschlechtsdrüsen noch in voller Thätigkeit sich befanden. Nach diesen Beobachtungen, sowie nach den Mittheilungen meiner Vorgänger, die sich mit dieser Frage befasst haben, ist es sicher, dass Prorhynchus einen proterandrischen Zwitter vorstellt. Nach v. Kennel und Braun darf als festgestellt angesehen werden, dass die Hoden von Prorhynchus zu beiden Seiten des Darmes als kleine rundliche Follikel angelegt werden, von denen der letztgenannte Autor zwei bis drei Paar neben dem Darme gefunden hat, während sie v. Kennel als »bald näher zusammengerückt, bald weiter von einander entfernt, Anfangs in einfacher, später in unregelmäßig mehrfacher Reihe nicht ganz bis zum Hinterende des Thieres« vertheilte Bläschen beschreibt.

In meinen Schnittserien habe ich nur drei solche Hodenfollikel gefunden, die aber schon nicht mehr thätig waren. Sie liegen dicht an den Seiten des Darmes (Fig. 79 *t*, 88 *t*) und stellen länglichrunde Bläschen vor, welche 0,018 mm in der Breite und fast eben so viel in der Länge halten. In Fig. 88 *t* sieht man fünf kleine Zellen eines Follikels mit

runden Kernen. Ein älterer Follikel ist in Fig. 83 dargestellt, und man sieht hier sechs derartige Follikelzellen (*ep*), und nebstdem zwei größere feinkörnige mit einem intensiv sich färbenden Kern versehene Zellen, die dem äußeren Aussehen nach den weiter unten beschriebenen jüngsten weiblichen Geschlechtszellen gleich sind.

Die von anderen Arten bekannte Vesicula seminalis ist überhaupt in meinen Präparaten nicht vorhanden, und nur den Ausführungsgang kann man in der vorderen Körperregion statuiren.

In die Schlundtasche mündet nämlich etwas seitlich auf der Bauchseite ein weiter Gang (Fig. 92 *pt*), bestehend aus einer Muscularis, in welcher vornehmlich die Längsmuskelfasern sehr schön hervortreten. Diesen muskulösen Gang verfolgt man einige Schnitte nach hinten, wo er einen zelligen, Anfangs lumenlosen Strang (Fig. 94 *p*) enthält. Noch weiter nach hinten ist der Strang hohl, und stellt einen Kanal vor, welcher wahrscheinlich dem als »Ductus ejaculatorius« betrachteten Ausführungsgang des Hoden (Fig. 81 *pn*) entspricht. Das Ganze ist aber in der Weise atrophirt, dass man von dem chitinösen Kopulationsorgan anderer Arten keine Spur mehr findet. Es ist daher möglich, dass das letztgenannte Organ nach der vollbrachten Begattung abgeworfen wird.

Über die weiblichen Organe habe ich nachfolgende Erfahrungen. Der hintere Theil des Keimdotterstockes ist ziemlich kurz, und man beobachtet in den lebenden Thieren den hintersten Abschnitt mit indifferenten Geschlechtszellen, weiter nach vorn die median liegenden Keime (Fig. 69 *ks*) in einer Reihe angeordnet und von den sich bildenden Dotterzellen (*ds*) umgeben. Der vordere Abschnitt stellt eine voluminöse, undurchsichtige und dotterreiche Masse vor, in welcher zahlreiche glänzende, meist eingeschnürte, aber auch mehrlappige Körperchen eingebettet sind. In der Mitte der Bauchseite liegt eine ziemlich große, runde und scharf kontourirte weibliche Geschlechtsöffnung (Fig. 69 *po*).

Genauer belehrt man sich über diese Verhältnisse an Querschnitten, von denen der in Fig. 84 reproducirte durch die hinterste Region des Keimdotterstockes geführt wurde.

In einer geräumigen Höhle, welche von oben durch die Darmwandung (*d*) und von beiden Seiten durch die Dorsoventralmuskeln [welche mit epithelartig angeordneten »Parenchymzellen« (*pz*) bekleidet werden] begrenzt ist, liegt eine Gruppe von Zellen, von denen die inneren vier scharf begrenzt sind und die Geschlechtszellen (*ggz*) vorstellen, während die äußeren drei, welche sich durch ein klares Plasma auszeichnen, als Deckzellen (*dz*) bezeichnet werden können. Die Ge-

schlechtszellen haben ein feinkörniges Protoplasma mit einem kleinen intensiv sich färbenden Kerne. Sie entsprechen den größeren Zellen, welche wir in dem Hodenfollikel gefunden haben (vgl. Fig. 83 *s*).

Weiter nach vorn vergrößert sich eine der Geschlechtszellen und ist vornehmlich durch ihren großen bläschenförmigen Kern auffallend (Fig. 84' *kz*); die übrigen Geschlechtszellen vergrößern sich zwar auch merklich (Fig. 84' *fz*), indessen ist ihr histologischer Charakter nach wie vor derselbe. Wir werden die große Zelle weiter als die Keimzelle, die peripheren als Follikelzellen bezeichnen. Die Deckzellen bleiben unverändert.

In den weiteren nach vorn fortschreitenden Schnitten wiederholen sich derartige Bilder etwa fünf- bis sechsmal, dann aber schwillt die Geschlechtsdrüse an, und nach einigen Schnitten erscheint das in Fig. 85 abgebildete. Die Follikelzellen (*fz*) sind hier zierlich epithelartig angeordnet, ihr Inhalt ist grobkörnig, offenbar zu Dotterkügelchen umgewandelt, während die Kerne die ursprüngliche Gestalt und Größe beibehalten. Die Deckzellen (*dz*) bedecken die Follikelzellen wie früher, sind aber sehr abgeflacht. Innerhalb des Follikels sieht man nun die große Keimzelle (*kz*) mit einem klaren Plasma und großem ovalen Kerne, dessen chromatische Substanz sehr intensiv sich mit Pikrokamin imbibirt hat, während das früher punktförmige Kernkörperchen eine biskuitförmige Gestalt angenommen hat und sich nur gelb färbt.

In den besprochenen Gestaltsverhältnissen findet man die sich bildende Keimzelle in dem hinteren Abschnitt des Keimdotterstockes. Anders dagegen in dem vorderen, wo wir während des Lebens einen großen undurchsichtigen Körper gesehen haben, in welchem die stark glänzenden Kugeln eingebettet waren. Nach meinen Schnitten sind es ebenfalls zwei Follikel, welche zwei in der Entwicklung fortgeschrittene Eizellen aufbewahren. Die Follikelzellen gestalten sich jetzt aber als mächtige Dotterzellen, welche die Größe der Eizelle erreichen, oder noch voluminöser sind.

Von diesem Abschnitte habe ich zwei Schnitte in Fig. 86 und 88 veranschaulicht. In der ersteren sieht man nur die Dotterzellen, in der letzteren ist auch die Keimzelle mit getroffen. Sowohl die letztere als die Dotterzellen sind hier sehr auffallend durch ihre Struktur. Die Dotterzellen sind sehr groß, vielseitig, mit Dotterkügelchen erfüllt, zwischen welchen der Kern liegt (*dz*). Der letztere ist sehr eigenthümlich modificirt, indem seine Gerüstsubstanz mit feinkörniger chromatischer Substanz nur in einer schmalen Zone um das Kernkörperchen vertheilt ist (Fig. 87 *a*, *b*). Am auffallendsten sind die Kernkörperchen der Dotterzellen; es sind große, aus homogener, in Pikrokarmin gelb

sich färbender Substanz bestehende Gebilde, die nicht die gewöhnliche kugelige Gestalt bewahren, sondern immer in Theilung begriffen sind. Man findet meist doppelte Kernkörperchen (Fig. 87 *a*), deren Hälften durch eine ziemlich tiefe Furche von einander getrennt sind und die eine centrale Höhlung erkennen lassen. Nebstdem findet man in Drei- selbst Viertheilung begriffene Kernkörperchen (Fig. 87 *b*). Die glänzenden Körper, welche wir im lebenden Zustande erwähnt haben, sind also die eben beschriebenen Kernkörperchen der Dotterzellenkerne.

Welche Bedeutung die so auffallenden Kernkörperchen haben, kann man schwierig entscheiden, meiner Ansicht nach darf man ihnen keine wesentliche Funktion zuschreiben; ich glaube aber, dass man es hier mit einer Hypertrophie der normalen Kernkörperchen zu thun hat, welche schließlich zur Degeneration der Kerne führt. Diese Ansicht glaube ich durch die Vergleichung der eben so großen Kernkörperchen in den erwachsenen Eiern der Najaden, von Sternaspis etc. unterstützen zu können, wo dieselben bei der Reifung des Eies keine wesentliche Rolle spielen. Außerdem zeichnet sich auch die Eizelle von Prorhynchus, die sich innerhalb der beschriebenen Dotterzellen befindet, durch das sich gleichgestaltende Kernkörperchen aus (Fig. 89 *K*). Hier liegt es excentrisch in einem großen, chromatinarmen und bläschenförmigen Kerne, welcher durch eine Membran von dem umliegenden Protoplasma scharf abgegrenzt ist (Fig. 89 *j*). Das letztere stellt eine dichte Substanz vor, deren Gerüst sich in Pikrokarmin intensiv roth imbibirt. Man kann hier aber keinesfalls von einem Dotter sprechen, wie denselben früher Ed. van Beneden und Hallez innerhalb der reifen Keimzelle anzunehmen geneigt waren.

Diese Plasmamasse (Fig. 89 *pl*) ist ziemlich scharf abgegrenzt von einer äußeren, hyalinen und fein porösen Schicht, welche das Ei an der ganzen Peripherie umgiebt (Fig. 89 *um*). In den jüngeren Stadien war dieselbe nicht vorhanden, wesshalb man sie als eine neue, innerhalb der Dotterzellen gebildete Schicht deuten muss. Es ist also eine der Dottermembran anderer Eier entsprechende Umhüllung, welche offenbar von den umliegenden Dotterzellen ausgeschieden wurde.

Braun spricht bei *P. curvistylus* noch von einem accessorischen Dotterstock, welcher sich zwischen dem »Ovarium« und dem Pharynx befinden und »offenbar zur weiblichen Geschlechtsöffnung« in gewissen Beziehungen stehen soll. Bei *Pr. hygrophilus* kann von einem solchen accessorischen Dotterstocke keine Rede sein.

Wenn ich aber die Abbildung Braun's (Taf. II, Fig. 7 *Dr*) mit meiner Fig. 69 vergleiche, so scheint es mir, dass die von Braun erwähnten

Drüsen mit den in meiner Abbildung als *pnz* bezeichneten »Parenchymzellen« übereinstimmen, die aber in der ganzen Länge des Körpers, und wie die Schnittserien zeigen, zu beiden Seiten des Darmes sich wiederholen. Zu dem beschriebenen Keimdotterstocke sowie zur Geschlechtsöffnung habe ich keine Beziehungen derselben statuiren können.

Prorhynchus hygrophilus ist der zweite Repräsentant dieser Gattung, welcher sich dem Leben in feuchter Erde angepasst hat. Bekanntlich hat de Man zuerst *P. sphyrocephalus* kennen gelehrt, welcher in denselben Verhältnissen in Holland aufgefunden wurde. Beide Arten sind aber bezüglich der Organisation so ähnlich, dass ich ursprünglich dafür hielt, dass die bei Prag gefundene Form identisch ist mit der von de Man beschriebenen. Es giebt nur wenige Charaktere, durch welche sie sich unterscheiden, vornehmlich die Größe, die bei *P. sphyrocephalus* 1 mm und nach v. Graff 1,5 mm, und dann der Vorderrand des Körpers. Die Form des Penis ist bei der böhmischen Art nicht bekannt, indessen giebt es keinen Grund die Arten zu identificiren, zumal *P. sphyrocephalus* mit Stäbchen versehen ist. Es wollte mir eher scheinen, dass mein *P. hygrophilus* mit dem von v. Kennel beschriebenen *P. applanatus* nach der äußeren Körpergestalt übereinstimmt und dass diese letztere Art in anderen Gegenden im Wasser leben kann, während sie sich bei uns dem Landleben angepasst hat. Die letztgenannte Art wurde von Kennel in den stark bewachsenen Teichen auf Trinidad gefunden, ist 3—4 mm lang, und nach der Beschreibung und Abbildung des Autors hat sie dieselben Charaktere des Körpers und dessen Organe, wie *P. hygrophilus*. Nur der Darm ist bei der Trinidadschen Art abweichend; er stellt nämlich ein sehr dünnes, gerade gestrecktes Rohr vom Hinterende des Pharynx vor und durchzieht den Körper bis fast zum Hinterende; »ein Blindsack von derselben Gestalt erstreckt sich aber auch nach vorn unterhalb des Pharynx bei voller Streckung des Thieres im lebenden Zustand und reicht mindestens bis an die Hälfte des Schlundkopfes«. Dieser Blindsack fehlt bei *P. hygrophilus*. Weiter heißt es bei v. Kennel: »Der ganze Darm, auch dieses Divertikel ist in seiner ganzen Länge besetzt mit einer großen Zahl seitlicher Blindsäcke, welche schmale, senkrecht stehende Taschen darstellen, in dichter Folge rechtwinklig vom Darmrohr abtreten und die ganze Breite des Thierchens bis unter den Hautmuskelschlauch durchsetzen. Sie sind gänzlich unverästelt und ihre Lagerung so dicht hinter einander, dass der Darm fast regelmäßig segmentirt erscheint, da die Unregelmäßigkeiten auf den beiden Seiten in Folge der dichten Stellung kaum auffallen.

Dies ist der wesentlichste Unterschied zwischen *P. applanatus* und *hygrophilus*; denn über den Geschlechtsapparat berichtet v. Kennel nur so viel, dass er ebenfalls die männlichen Geschlechtsorgane nicht fand und vermuthet daher, dass diese sich überhaupt sehr spät anlegen, was im Vergleiche mit *P. hygrophilus* kaum zutreffend ist, indem wir wissen dass bei der letzteren Art im Oktober nur der degenerirte Penis und auch die Hodenfollikel vorhanden waren (v. Kennel beobachtete *P. applanatus* noch am 20. Februar). Weibliche Geschlechtsdrüsen verhielten sich wahrscheinlich wie bei unserer Art.

Durch die vorstehende Darstellung ist keinesfalls die Fauna der Prorhynchiden Böhmens erschöpft. Nach einer mündlichen Mittheilung von Mrázek und nach flüchtigen Abbildungen desselben leben in den fließenden Wässern bei Příbram noch zwei Arten, die sich sowohl durch die äußere Körpergestalt als durch ihre Größe von allen bekannten Arten unterscheiden. Dieselben sollen aber sehr empfindlich gegen die Verletzungen sein, so dass sie beim Transporte nach Prag immer zu Grunde gingen.

V. Zur Kenntnis der Macrostomiden.

(Fig. 95—102.)

In einem Aufgusse von Chotěboř fand ich mehrere Individuen eines neuen Macrostoma, dessen Charaktere eine Erweiterung der Diagnose der Makrostomiden veranlassen kann. Es ist ein kleines, kaum 1,5—2 mm langes Turbellar mit dem hinteren schaufelförmig erweiterten »Schwanze« und den vorderen fast gerade abgestumpften Vorderrande des Körpers. Durch die äußerst zahlreichen Stäbchenpackete in der Hypodermis ist dessen innere Organisation ziemlich schwierig zu ermitteln, obwohl der Körper verhältnismäßig durchsichtig und farblos ist. Die Wimpern und Geißelhaare verhalten sich in derselben Weise wie bei *M. hystrix*, eben so wie die Rhabditenpackete und Klebzellen in dem hintersten Körperabschnitte. Auch das Gehirnganglion ist hufeisenförmig wie bei der letztgenannten Art. Aber die Augen sind ungemein klein, punktförmig und befinden sich unter der Haut, an deren Oberfläche man über den Augenflecken einen hellen, grübchenartigen Saum wahrnimmt, in dessen Grunde die Augen liegen. Leider habe ich die Schnittmethode nicht angewandt, um das Verhältnis der scheinbaren Grübchen zu den Augenflecken näher zu präcisiren. Neben den Augen und Sinnesgeißeln ist *Macrostoma obtusum* — so will ich die Art bezeichnen — mit Seitengrübchen versehen, wodurch es sich von allen Macrostoma-Arten unterscheidet. Diese Grübchen liegen zu beiden

Körperseiten etwa in der Höhe der Mundöffnung, doch sind sie ziemlich schwierig zu entdecken; bei den schwimmenden Exemplaren gelang es mir überhaupt nicht sie zu finden. Erst wenn das Thier sich zu bewegen aufhört und sich nun mehr oder weniger kontrahirt, erscheinen auf der Bauchseite in der erwähnten Körperregion zwei deutliche und tiefe Grübchen, welche denselben Organen der Stenostomiden, Prorhynchiden und Mikrostomiden entsprechen. Man sieht hier eine hypodermale Einstülpung, es gelang mir aber keine gangliöse Anschwellung der feinen Nervenäste an der Basis derselben sicherzustellen. Die erwähnten Nerven ziehen schräg vom Gehirnganglion bis zu den Grübchen. Besondere, auffallend lange Flimmercilien in den Seitengrübchen habe ich auch nicht gefunden.

Die Mundöffnung stellt einen schmalen Längsspalt vor wie bei *M. hystrix* und führt in einen sehr kontraktilen Pharynx simplex. Derselbe stülpt sich bei der Nahrungsaufnahme nicht aus, sondern öffnet sich und durch zwei Paar Dilatatores Pharyngis erweitert er sich in dem Maße, dass sogar die Magenzellen nach außen gähnen. Dabei werden die unverdauten Nahrungspartikeln, als die Diatomeenschalen, Difflugiengehäuse etc. ausgespuckt. Die erwähnten Dilatatoren verlaufen schräg nach links und rechts von der Mundöffnung zur Leibeswand. Zahlreiche verästelte Speicheldrüsen münden in das Pharynxlumen ein (Fig. 99). Sowohl der Pharynx als der Magen sind mit äußerst feinen Wimpern, wie bei *M. hystrix*, ausgestattet.

Das Exkretionssystem der Makrostomiden ist meines Wissens nach nicht bekannt, indem nur einzelne Theile derselben bisher beobachtet wurden.

Bei einem sehr durchsichtigen Exemplare von *M. obtusum* gelang es mir wenigstens die gröbere Vertheilung der Pronephridialkanälchen zu ermitteln. Dieselben sind aber so fein, dass man die stärksten Vergrößerungen anwenden muss, um sie im Zusammenhange verfolgen zu können. Zu beiden Seiten des Körpers findet man je ein dicht gewundenes Kanälchen (Fig. 97), welches von hinten bis zum vorderen Körperrande im Parenchym hinzieht, hier sich wieder nach hinten wendet, weiter aber wegen des Magens nicht zu ermitteln ist. Etwa in der Körpermitte sieht man aber zu beiden Seiten stärkere Kanälchen, die sich durch ihren hyalinen Inhalt verrathen und bis zum hintersten Körperende gerade verlaufen. Dieselben stellen offenbar die Ausführungskanäle des vorderen Exkretionsapparates vor, indem sie sich in dem »Schwanze« vereinigen und eine ampullenartige Erweiterung bilden, die durch eine ziemlich große Öffnung nach außen mündet (Fig. 98). In den Kanälchen habe ich keine Wimpern sicherstellen können.

Durch die Geschlechtsorgane nähert sich *M. obtusum* der alten Art M. hystrix, unterscheidet sich aber von derselben durch einige Eigenthümlichkeiten. Den männlichen Geschlechtsapparat beobachtete ich im November und December, während die weiblichen Geschlechtsorgane mir fast gänzlich unbekannt sind.

Zwei kleine, birnförmige Hoden liegen auf der Bauchseite (Fig. 81 *t*) unweit hinter dem Pharynx. Sie gehen in äußerst zarte Samenleiter über, die gerade zu beiden Seiten des Körpers nach hinten ziehen (*df*) und in der Region, wo der Magen aufhört, in eine voluminöse Vesicula seminalis einmünden (*vs*). In den Hoden habe ich lebhaft sich bewegende Spermatozoen eben so wie in den Samenleitern beobachtet, aber in der größten Menge sind dieselben in der Samenblase angehäuft.

Das letzterwähnte Organ ist fast kugelförmig (Fig. 100), in dem unteren Theile von einem flachen Wimperepithel begrenzt (Fig. 100 *wp*). Die obere Hälfte ist von großen, keilförmigen Drüsenzellen (Fig. 100, 101 *d*) eingenommen, welche rosettenartig um die Einmündung der Samenleiter angeordnet sind.

Die weite Höhle der Samenblase ist mit einer hyalinen Flüssigkeit erfüllt, in welcher die Spermatozoen zu Bündeln vereinigt oder einzeln sich lebhaft bewegen. Durch ihre Gestalt sind die Spermatozoen von *M. obtusum* völlig verschieden von denen von *M. hystrix*. Es ist ein feiner langer Faden, der sich auf dem einen Ende wellenförmig bewegt, auf dem anderen Ende aber spindelförmig angeschwollen und gesäumt ist (Fig. 102). Diese Spermaspindel ist aus einer hyalinen Substanz gebildet, während die Säume aus demselben feinkörnigen Plasma gebildet sind wie der fadenförmige Abschnitt; in diesem Theile befindet sich der stäbchenartige Kern.

Der lange, dünnwandige Ausführungsgang der Samenblase (Fig. 100 *ag*) ist bogenförmig und meist mit Spermatozoen erfüllt, wodurch sein Verlauf deutlicher wird, als wenn er leer ist. Der distale, ein wenig angeschwollene Theil des Ausführungsganges steht in Verbindung mit der Vesicula granulorum (Fig. 100 *vg*), mit welcher sich das Kopulationsorgan verbindet (*p*).

Die Prostatadrüse scheint unpaar zu sein, wenigstens habe ich nur einen Ausführungsgang derselben sicherstellen können (Fig. 100 *pd*). Dieselbe mündet in die Vesicula granulorum ein, welche letztere mit einem glänzenden, grobkörnigen Inhalte erfüllt ist.

Das Kopulationsorgan ist zwar in seiner Gestalt sehr veränderlich, es entspricht aber im Großen und Ganzen dem Kopulationsorgan von *M. hystrix*. Die in Fig. 100 und 101 abgebildeten Penes entsprechen den Gestalten, welche ich meist gefunden habe.

Wie sich die weiblichen Geschlechtsdrüsen verhalten, weiß ich nicht zu sagen. Während der zwei Monate, in denen ich *M. obtusum* untersuchte, fand ich immer nur eine große amöbenartig gelappte Zelle (Fig. 95, 98 *ov*), die mit einem grobkörnigen, undurchsichtigen Inhalte erfüllt war; aus dem letzteren schimmerte ein blasser Kern durch. Die Zelle befand sich in allen Fällen vor der Samenblase. Es ist nun schwierig zu entscheiden, welche Bedeutung diese Zelle hat. Vielleicht ist es ein rudimentäres, nicht abgelegtes Ei. Dagegen spricht aber das regelmäßige Erscheinen der Zelle in jedem untersuchten Exemplar. Nebstdem hat der Kern der Zelle nicht den Charakter eines Eikernes. Ferner kann man kaum annehmen, dass ein Ei in dem Körper zurückgeblieben wäre und zugleich keine Spur der Keimdotterstöcke wahrnehmbar wären. Schließlich erscheint es als kaum annehmbar, dass diese Art proterogynisch sei, da die Hoden in der ersten Thätigkeit sichergestellt wurden.

Es ist daher möglich, dass die erwähnte große Zelle eine einzellige Anlage der weiblichen Geschlechtsdrüsen, d. h. des Keimdotterstockes vorstellt. Die Entscheidung dieses Problems muss ich den weiteren Untersuchungen überlassen.

(Fortsetzung im nächsten Heft.)

Erklärung der Abbildungen.

Allgemeine Buchstabenbezeichnung:

a, Antrum;
ai (*ap*), Antrum inferius;
as (*aa*), Antrum superius;
bc, Bursa copulatrix;
bs, Vagina;
c, Cuticula;
cc, Kokon;
ch, chitinöser Ring;
cm, Verbindungsmuskel;
cs, kontraktile Substanz;
chs, Chitinstab des Kopulationsorgans;
d, Darm;
dc, Ductus communis;
de, Ductus ejaculatorius;
dn, dorsale Nerven;
ds, Dotterstock;
dvm, dorsoventrale Muskeln;
dsn, dorsale Schlundkommissur;
dz, Deckzellen;
ea, Exkretionsampulle;
ek, Eileiter;
elm, äußere Längsmuskelschicht;
ep, Epithel;
erm, äußere Ringmuskelschicht;
exp, Exkretionsporus;
f, Anschwellung des Samenleiters;
fz, Follikelzellen;
g, Gehirnganglion;
gc, Geschlechtszelle;
gs, große Schleimzellen;
gz, Ganglienzellen;
hd, Hautdrüsen;
hdd, dorsale Hautdrüsen;
hdv, ventrale Hautdrüsen;
hn, Hinternerv;
ho, hyaliner Hof um den Kern;
hp, Hypodermis;
ilm, innere Längsmuskelschicht;

irm, innere Ringmuskelschicht;
k, Kern;
kk, Kernkörperchen;
ks, Keimstock;
kss, kleine Schleimzellen;
kz, Keimzelle;
lg, Seitenganglion;
lmd, dorsale Längsmuskelschicht;
lmv, ventrale Längsmuskelschicht;
ln, Seitennerv;
m, Längsmuskel;
md, Ausmündung der Speicheldrüsen;
mr, M. retractor penis;
mz, Muskelzellen;
nf, Wimperflamme;
nr, Neuralreticulum;
o, Mundöffnung;
od, Eileiter;
oe, Ösophagus;
oeg, Ösophagealdrüse;
op, Geschlechtsöffnung;
ov, Keimstock;
p, Kopulationsorgan;
pd, Prostatadrüse;
ph, Pharynx;
phd, Pharyngealdrüsen;
phm, Pharynxmuskel;
pk, Chitinhaken;
pl, Eiplasma;
pn, Penis;
psch, Penisscheide;
pt, Schlundtasche;
pz, *pnz*, Parenchymzellen;
r, Retractor pharyngis;
rdm, Radialmuskel;
rm, Ringmuskelschicht;
rs, Spermatheca;
rsd, Ductus spermathecae;
rz, Ringzelle;
s, Schleimdrüsen;
schd, Schalendrüsen;
sl, Sarcolemma;
spd, Speicheldrüsen;
sph, Sphincter;
sz, Samenzelle;
t, Hoden;
tm, Transversalmuskel;
un, untere Nerven;
ut, Uterus;
v, Hoden;
vd, Samenleiter;
vg, Vesicula granulorum;
vn, vordere Nerven;
vp, Wimperepithel;
vs, Samenblase;
vsn, ventrale Schlundkommissur;
vt, Dotter;
vz, Dotterzellen.
wg, Wimpergrübchen;

Tafel IV.

Fig. 1—33. Opistoma Schultzeanum.

Fig. 1. *Opistoma Schultzeanum*, Bauchseite mit Nervensystem, Darmapparat und Geschlechtsorganen.

Fig. 2. Hinterer Körpertheil von der Bauchseite betrachtet, um die Lage der Mundöffnung, des Nephridioporus und der Geschlechtsöffnung zu veranschaulichen.

Fig. 3. Hypodermiszellen nach der Behandlung mit kaltem Sublimat. *c*, die Poren in der Cuticula.

Fig. 4. Hypodermis im lebenden Zustande, in der Profillage betrachtet. *x*, die losgetrennten, schüppchenartigen Hypodermiszellen.

Fig. 4'. Hypodermiszellen nach der Behandlung mit schwacher Essigsäure. *a*, in dem ersten Moment nach der Behandlung, *b*, fünf Minuten später; *c*, stärker vergrößerte Hypodermiszelle des letzteren Stadiums.

Fig. 5. Hypodermis des hinteren Körperendes.

Fig. 6. Hypodermis und Längsmuskelschicht im Querschnitte, nach der Behandlung mit Sublimat. Vergr. Zeiss E.

Fig. 7. Hypodermis und die darunter folgenden Schichten nach der Behandlung mit Chrom-Osmium-Essigsäure-Platinchlorid. Vergr. Zeiss, hom. Imm. 1/12.

Fig. 8. Gehirnganglion mit seinen peripheren Nerven, im lebenden Zustande gezeichnet.

Fig. 9. Große Parenchymzelle, nach dem Leben.

Fig. 10. Sagittalschnitt durch den Vorderkörper mit Gehirnganglion, Seitennerven und Schleimzellen.

Fig. 11. Der nächstfolgende Sagittalschnitt gegen die Rückenseite durch das Gehirnganglion.

Fig. 12. Theil des Gehirnganglions mit großer, ansitzender Parenchymzelle.

Fig. 13. Drei Ganglienzellen (*gz*) und Neuralreticulum (*nr*). Hom. Imm.

Fig. 14. Querschnitt durch den hinteren Rand des Gehirnganglions.

Fig. 14 *a*. Weiter nach vorn geführter Querschnitt durch das Gehirnganglion.

Fig. 15. Die Schlundtasche von der Oberfläche.

Fig. 16. Längsmuskel der Schlundtasche.

Fig. 17. Insertion der Längsmuskeln der Schlundtasche.

Fig. 18. Längsschnitt durch die Schlundtasche.

Fig. 19. Medianer Längsschnitt durch den Pharynx und die Schlundtasche.

Fig. 20. Querschnitt durch den Pharynx.

Tafel V.

Fig. 21. Theil des Pharynx von der Oberfläche im Leben betrachtet.

Fig. 22. Ähnliches Bild, um die seitlichen Ausbuchtungen der Speicheldrüsen *spd* zu veranschaulichen.

Fig. 23. Übergang der Schlundtasche in die Schlundwandungen.

Fig. 24. Muskulatur des Schlundes.

Fig. 25. Radialmuskeln des Schlundes.

Fig. 26. Hinteres Körperdrittel des Thieres, um vorzugsweise die Geschlechtsorgane in der Profillage zu veranschaulichen.

Fig. 27. Theil eines tangentialen Längsschnittes durch das hintere Körperdrittel, um die Verhältnisse des Antrums zu veranschaulichen.

Fig. 28. Vorderer Theil des Kopulationsorgans.

Fig. 29. Hinterer Theil des Kopulationsorgans mit der Samenblase.

Fig. 30. Querschnitt durch den vorderen Theil des Kopulationsorgans, um das Verhältnis der Ringzelle zum Chitinringe zu veranschaulichen.

Fig. 31. Die Geschlechtsorgane im lebenden Zustande von der Rückenseite aus betrachtet.

Fig. 32. Junge Spermatheca.

Fig. 33. Verbindung des Keimstockes mit dem Ductus communis.

Fig. 34—50. Derostoma.

Fig. 34. Geschlechtsorgane von *Derostoma unipunctatum* (= *megalops*) im optischen Längsschnitte, in dem lebenden Zustande kurz nach der Begattung, von der Bauchseite aus betrachtet.

Fig. 35. Äußere Theile des Geschlechtsapparates (Antrum inferius und superius) desselben Thieres.

Fig. 36. Reifungszustände des Eies im Keimstocke.

Fig. 37. Junge Anlage des Geschlechtsapparates von *Derostoma anophthalmum* n. sp.

Fig. 37*a*. Das nachfolgende Stadium, in welchem sich das primitiv angelegte Antrum genitale zu einem vorderen (*aa*) und einem hinteren (*ap*) Abschnitte differenzirt.



Fig. 38. Geschlechtsapparat von *Derostoma typhlops* Vejd. mit ausgestülptem Kopulationsorgan und angefüllter Spermatheca.

Fig. 39. Geschlechtsapparat von *Derostoma typhlops* mit fertigem Kokon.

Fig. 40. Das ausgestreckte Kopulationsorgan von *Derostoma typhlops* Vejd.

Tafel VI.

Fig. 41. *Derostoma gracile* n. sp., mäßig vergrößert.

Fig. 42. Dessen Geschlechtsapparat.

Fig. 43. Dessen Spermatozoon.

Fig. 44. Theil des Geschlechtsapparates von *Derostoma typhlops* nach dem Herauspressen des Kokons aus dem Uterus.

Fig. 45. *Derostoma anophthalmum* n. sp., schwach vergrößert.

Fig. 46. Dessen weiblicher Geschlechtsapparat mit dem sich bildenden Kokon.

Fig. 47. Eingezogenes Kopulationsorgan von *Derostoma anophthalmum*.

Fig. 48. Ausgestülptes Kopulationsorgan derselben Art von der Bauchseite betrachtet.

Fig. 49. Dasselbe von der Rückenseite betrachtet.

Fig. 50. *a*, *b*, *c*, schwächere Stacheln; *d*, *e*, *f*, starke Dorne des Kopulationsorgans von *Derostoma anophthalmum*.

Fig. 51—57. Vortex quadrioculatus n. sp.

Fig. 51. *Vortex quadrioculatus*, schwimmend, schwach vergrößert.

Fig. 52. Vordertheil des ein wenig zusammengezogenen Thieres.

Fig. 53. Chitinstab des Kopulationsorgans von der Bauchseite.

Fig. 54. Derselbe von der Rückenseite.

Fig. 55. Kokon.

Fig. 56. Anfangstheil der männlichen Geschlechtsorgane.

Fig. 57. Hinteres Körperende von der Bauchseite betrachtet, um die Lage des Geschlechtsapparates zu veranschaulichen.

Fig. 58—64. Vortex microphthalmus n. sp.

Fig. 58. Hinteres Körperende von der Bauchseite betrachtet, um die Lage des Geschlechtsapparates zu veranschaulichen.

Fig. 59. *Vortex microphthalmus*, schwimmend, schwach vergrößert.

Fig. 60. Vagina und Spermatheca (Bursa seminalis v. Graff's) im leeren Zustande.

Fig. 61. Proximaler Theil der Vagina mit der Spermatheca, in welcher die Produkte der Vesicula granulorum zurückgeblieben sind.

Fig. 62. Kopulationsorgan von der Rückenseite.

Fig. 63. Dasselbe in der Profillage.

Fig. 64. Dasselbe hervorgestülpt.

Fig. 65—67. Prorhynchus fontinalis n. sp.

Fig. 65. Schwimmendes Thier, mäßig vergrößert.

Fig. 66. Der sich zur Ausstülpung anschickende Pharynx.

Fig. 67. Hervorgestreckter Pharynx.

Fig. 68—94. Prorhynchus hygrophilus n. sp.

Fig. 68. Thier nach dem Leben, von der Rückenseite beobachtet.

Fig. 69. Von der Bauchseite betrachtet, mäßig vergrößert.

Tafel VII.

Fig. 70. Theil der Haut von der Oberfläche und Profillage.
Fig. 71. Große Schleimdrüsen.
Fig. 72. Pharynx in der Ruhe.
Fig. 73. Pharynx in der Hervorstreckung begriffen.
Fig. 74. Ringmuskel des Pharynx (hom. Immersion).
Fig. 75. Theil des Querschnittes aus dem vorderen Körpertheile.
Fig. 76. Theil des letzteren mit den Bauchdrüsen.
Fig. 77. Querschnitt durch den vorderen Körpertheil mit Gehirn und Pharynx,
Fig. 78. Theil des letzteren, stark vergrößert.
Fig. 79. Querschnitt, geführt in der Region des vorderen Körperdrittels.
Fig. 80. Theil der Rückenmuskulatur, stark vergrößert.
Fig. 81. Theil des Querschnittes mit Parenchym und Penisscheide.
Fig. 82. Querschnitt durch den Darm und den weiblichen Ausführungsgang (*ut*).
Fig. 83. Querschnitt durch einen Hodenfollikel.
Fig. 84. Querschnitt durch den hintersten Theil der weiblichen Geschlechtsdrüse (*ggz*).
Fig. 84′. Der nächstfolgende Querschnitt.
Fig. 85. Weiter nach vorn geführter Querschnitt durch den Keimdotterstock.
Fig. 86. Noch weiter nach vorn geführter Querschnitt mit den Dotterzellen.
Fig. 87. Kerne der Dotterzellen, stark vergrößert.
Fig. 88. Querschnitt durch den Darm und den Dotterfollikel mit einem Ei (*ov*).
Fig. 89. Ei aus einem Dotterfollikel, stark vergrößert (hom. Immersion).
Fig. 90. Querschnitt durch die Längsmuskeln des Leibesschlauches.
Fig. 91. Querschnitt durch den Pharynx im vorderen Theile.
Fig. 92. Querschnitt durch den Pharynx im hinteren Theile.
Fig. 93. Ganglienzellen der vorderen Schlundkommissur.
Fig. 94. Querschnitt durch die muskulöse Penisscheide (*pt*).

Fig. 95—102. Macrostoma obtusum n. sp.

Fig. 95. Schwimmendes Individuum, von der Bauchseite.
Fig. 96. Vorderes Körperende, ein wenig stärker vergrößert, von der Bauchseite.
Fig. 97. Vorderes Körperende, stark vergrößert.
Fig. 98. Hinteres Körperende, stark vergrößert.
Fig. 99. Speicheldrüsen des Pharynx (hom. Immersion).
Fig. 100. Kopulationsorgan mit der Samenblase (hom. Immersion).
Fig. 101. Dasselbe in anderer Lage (Zeiss E).
Fig. 102. Spermatozoen.

Zur vergleichenden Anatomie der Turbellarien.

(Zugleich ein Beitrag zur Turbellarien-Fauna Böhmens.)

Von

F. Vejdovský in Prag.

II.

Mit Tafel VIII—X und einer Figur im Text.

VI. Über die Bothrioplaniden, eine neue Familie der alloiocölen Turbellarien.

Litteratur.

1. L. Böhmig, Untersuchungen über rhabdocöle Turbellarien. II. Plagiostomina und Cylindrostomina Graff. Diese Zeitschr. Bd. LI. 1891. p. 168—470. Mit Taf. XII—XXI und 21 Holzschnitten.
2. Max Braun, Über Dorpater Brunnenplanarien. Dorpat 1881. Mit einer Tafel.
3. Du Plessis, Note sur l'Otoplana intermedia. Zool. Anz. Nr. 310. 1889. p. 339.
4. L. v. Graff, Monographie der Turbellarien. p. 207. Anm.
5. P. Hallez, Morphogénie générale et affinité des Turbellariés. Trav. et mém. de Facultés de Lille 1892.
6. E. Sekera, Příspěvky ku známostem o turbellariích sladkovodních. IV. Věstník král. spol. nauk v Praze 1888.
7. —— Einige Bemerkungen über das Wassergefäßsystem der Mesostomiden. Zool. Anz. Nr. 403. 1892.
8. F. Vejdovský, Organisace nové Bothrioplany (Bothrioplana bohemica n. sp.). Věstník král. spol. nauk v Praze 1894 (kgl. böhm. Gesellsch. Wissensch.).
9. O. Zacharias, Zwei neue Vertreter des Turbellariengenus Bothrioplana. Zool. Anz. Nr. 229. 1886. p. 477—479.

Zu den interessantesten Vertretern der Süßwasserturbellarien gehört unstreitig das Genus Bothrioplana. Sie ist zum ersten Male 1881 von Braun (2) in den Dorpater Brunnen entdeckt und genauer beschrieben worden und bald danach wurde sie Gegenstand von neuen Beobachtungen und Erörterungen sowohl über ihre systematische Stellung als auch über die Phylogenie der dendrocölen Turbellarien. Nach Braun ist

Bothrioplana nämlich wieder von Zacharias (9) und von Sekera (6) beschrieben worden, welcher Letztere die genannte Gattung auch in Böhmen gefunden und manche Angaben über ihre Organisation mitgetheilt hat; schließlich habe ich (8) die Entdeckung einer neuen Art *B. bohemica* angezeigt, ihre Organisation dargestellt und die systematische Stellung näher zu präcisiren versucht.

Sämmtlichen diesen Angaben zufolge scheint es, dass Bothrioplana den ziemlich seltenen Turbellarien angehört. Zu dieser Ansicht führt mich zunächst der Umstand, dass sie den älteren Specialisten überhaupt unbekannt war, dass ihre Entdeckung in die neueste Zeit fällt, und ferner, dass sie den genannten Bearbeitern nur in wenigen Exemplaren zu Gebote stand.

Die von mir beschriebene Bothrioplana erhielt ich in größerer Anzahl aus der Umgebung von Příbram, wo sie in kleinen Wiesentümpeln im Mai von meinem Assistenten A. Mrázek gesammelt wurde[1]. Die Exemplare waren zu dieser Zeit sämmtlich geschlechtlich nicht entwickelt, durch die künstliche Züchtung derselben in meinem Institute in Prag gelang es mir die volle Geschlechtsreife der Thiere zu erzielen, so dass ich die Untersuchungen Ende Juni abzuschließen im Stande war.

1. Über die Bothrioplana-Arten.

Braun beschreibt zwei Arten und charakterisirt sie folgendermaßen:

1) *Bothrioplana Semperi.* Körper vorn und hinten abgerundet, Kopf platt, an den Seiten desselben zwei Wimpergruben, in der Haut zahlreiche Stäbchenpackete, welche zum Theil aus derselben hervorragen, ganz farblos, 2,5—3 mm lang. — Fundort: der Schlamm eines 9 Faden tiefen Brunnens der Gartenstraße in Dorpat.

2) *Bothrioplana Dorpatensis.* An den Seiten des Kopfes vier Wimpergruben, bei der Kontraktion entsteht an der Vorderfläche des Kopfes ein Einschnitt, Stäbchenpackete fehlen, ganz farblos, 2,0—2,2 mm lang. — Fundort: Mit der vorigen Art zusammen.

Auch Zacharias (9) hat nicht versäumt zwei neue Arten aufzustellen, welche er in dem kleinen Teiche im Riesengebirge gefunden hat. Die Arten sind 3—3,5 mm lang, von denen sich *B. silesiaca* durch eine halsartige Einschnürung des Vorderkörpers auszeichnet, was bei der anderen Art — *B. Brauni* — fehlt. Die erstgenannte Art ist hinten mit zahlreichen Klebzellen und Tastborsten versehen, wodurch sie sich

[1] Mrázek erwähnt diese Art unter dem Namen *Bothrioplana alacris* Sek. Vgl. dessen »Beitrag zur Kenntnis der Harpacticidenfauna des Süßwassers«. Zool. Jahrbücher Bd. VII. p. 89. Note.

von der ersteren Art unterscheiden soll, die dagegen angeblich der Wimpergruben entbehren soll. Der Schlund von beiden Arten ist kegelförmig und sehr kurz. *B. silesiaca* hat in den Rhabditenpacketen zu 2—3, *B. Brauni* zu 4—5 Stäbchen. »Der Kopf« soll der Stäbchen entbehren.

Nach dieser Darstellung sind die Charaktere der genannten Arten sehr ungenügend und wird man die Beschreibung des genannten Autors revidiren müssen.

Als fünfte Art dieser Gattung ist von SEKERA *B. alacris* aufgestellt worden, welcher dieselbe zugleich abbildet und in mehreren anatomischen Einzelheiten beschreibt. Er hat diese Art in zwei Exemplaren in einem Walde bei Hlinsko gefunden, von denen das eine 5 mm, das andere 7 mm lang waren. Nach vorn ist *B. alacris* abgestumpft, hinten erweitert. Die Haut ist farblos und enthält keilförmige oder spindelförmige Rhabditengruppen. Gleichzeitig sind hier zahlreiche grobkörnige, birnförmige Drüsen mit deutlichen Ausführungsgängen entwickelt. Nach vorn sind Tastborsten vorhanden.

»Das ziemlich unbedeutende Gehirnganglion liegt über dem mittleren Lappen des Darmes, es ist unregelmäßig vierseitig mit schwachen Einschnitten. Die Darmlappen waren nicht in einer Ebene, sondern in mehreren Reihen und Flächen, so dass der Darm traubenförmig erschien.« Die paarigen Öffnungen der Exkretionsorgane sind im vorderen Körpertheile oberhalb des Darmes, welche Angabe aber später (7) SEKERA dahin korrigirt, dass der Exkretionsporus sich auf der Bauchseite vor dem Pharynx befindet.

Von den Geschlechtsorganen beschreibt SEKERA die paarigen feinkörnigen und schwach gelappten Dotterstöcke, welche in der ganzen Körperlänge hinziehen. »Zu beiden Seiten des Darmes sind die Hodenbläschen vertreten; ihre Anzahl betrug in einer Reihe bis zehn.« Die Samenleiter hat SEKERA nicht beobachtet, dagegen trat unter dem Pharynx eine birnförmige Vesicula seminalis hervor; in der Mitte war ein, den Penis vorstellendes muskulöses Röhrchen kenntlich. Ein großes Atrium ist mit accessorischen Drüsen versehen, die Geschlechtsöffnung befindet sich hinter dem Pharynx. Zu beiden Seiten des Pharynx befanden sich die mehr oder weniger frei gewordenen Eizellen, von denen die größte vor dem Atrium 0,06 mm hielt.

Die von mir angestellten Beobachtungen über *Bothrioplana* sind so abweichend von denen der genannten Autoren, dass ich mich entschlossen habe dieselben zu veröffentlichen und die beobachtete Art als eine neue — *B. bohemica* — aufzustellen, wobei ich allerdings die Vermuthung

ausspreche, dass vielleicht sämmtliche genannte Arten nur unbedeutend von einander abweichen und nach dem Vergleiche des bisher untersuchten Materials nur eine einzige Species vorstellen dürften. Die Entscheidung dieser Frage überlasse ich den künftigen Untersuchungen.

2. Äußere Merkmale von Bothrioplana bohemica.

Es ist ein lebhaft im Schlamme kriechendes, schneeweißes Turbellar, von 5—7 mm Länge, die dem äußeren Habitus nach einer jungen *Planaria albissima* oder *Planaria vitta*[1] sehr ähnlich ist. Am vorderen Körperende ist sie abgestutzt mit einem unbedeutenden medianen Läppchen, welches je nach der Kontraktion oder Dilatation des Körpers mehr oder weniger deutlicher hervortritt und in seiner Medianlinie eine durchscheinende weiter unten näher zu besprechende Längslinie erkennen lässt. Die Wimpergrübchen sind bald in einem bald in zwei Paaren vorhanden, doch ist der letztere Fall weit gewöhnlicher. Die Sinnesborstenpinsel sind am Vorderrande, eben so wie am hinteren Körperrand sehr zahlreich vorhanden. Mittels der Klebzellen heftet sich der kriechende Wurm gleich einem Macrostoma an die Wasserobjekte fest.

Die Wimpern sind ziemlich kurz und bedecken den ganzen Körper mit Ausnahme des Hinterendes, welches derselben entbehrt. In der Medianlinie der Bauchseite findet man vier Öffnungen und zwar:

1) Den vorderen Exkretionsporus dicht am Vorderrande des Körpers.

2) Den hinteren Exkretionsporus etwa in der Region, wo der Pharynx mit dem Darme kommunicirt.

3) Die Mundöffnung in dem hinteren Körperdrittel.

4) Die Geschlechtsöffnung unweit hinter der Mundöffnung.

Schließlich erscheint bei sorgfältiger Beobachtung und unter starken Vergrößerungen an der Rückenseite unmittelbar hinter dem Gehirnganglion ein Längsspalt, welcher je nach der Kontraktion des Körpers mehr oder weniger deutlich wird. Der ganze Körper ist wenig durchsichtig, wozu vornehmlich der Darminhalt und die Dotterstöcke beitragen. Aber auch der Hautmuskelschlauch ist wenig durchsichtig, da er ungemein zahlreiche Stäbchenpackete enthält. Am meisten durchsichtig ist die Pharynxumgebung. Nur eine größere Individuenzahl erlaubt eine genauere Einsicht der Organisation von Bothriaplana im lebenden Zustande.

[1] Nicht selten vermochte ich diese Planarie von Bothrioplana mit bloßem Auge überhaupt nicht zu unterscheiden.

3. Anatomie von Bothrioplana.

Wie BRAUN erwähnt, besteht die Hypodermis aus flachen, fünf- bis sechsseitigen Riffzellen, die bald regelmäßig auf ihren Grenzrändern gezähnelt sind, bald alterniren längere Zellfortsätze mit kurzen und abgestumpften. An lebenden Thieren sieht man die Riffzellen ziemlich deutlich (Fig. 21), während an Flächenpräparaten und an Querschnitten die Zellgrenzen verschmelzen und man in einer kontinuirlichen Plasmasubstanz die außerordentlich in der Gestalt variirenden Kerne sieht (Fig. 22). Am seltensten sind die ovalen, dicht mit Chromatinsubstanz erfüllten Kerne, während die stabförmigen, gelappten und verästelten Kerne mit reichlichem Kernsaft und feinen getrennten Chromatinschleifen vorherrschen.

Die kurzen Wimperhaare sind gleichmäßig auf der ganzen Hypodermisoberfläche vertheilt, nur der hintere Körperrand entbehrt derselben, während BRAUN und SEKERA angeben, dass auch diese Körperregion bewimpert ist. BRAUN stellt das Vorhandensein einer Basalmembran in Abrede, was ich nur bestätigen kann. Nirgends sieht man an Querschnitten die unter diesem Namen bekannte Schicht, was namentlich an solchen Stellen überzeugend hervortritt, wo durch die Reagensflüssigkeiten die Muskulatur sich von der Hypodermis lostrennt.

BRAUN stellt die Hautdrüsen in Abrede, während SEKERA einzellige Drüsen mit körnigem Inhalte bei *B. alacris* hervorhebt. Diese Angabe ist richtig; neben *Prorhynchus hygrophilus* kenne ich kein anderes Turbellar, bei welchem die Hautdrüsen so zahlreich und auffallend hervortreten wie bei *B. bohemica*; denselben können nur die mit feinkörnigem Inhalte erfüllten Hautdrüsen von Microstoma entsprechen. Bei Bothrioplana sind die Hautdrüsen auffallend theils durch ihre Größe, theils durch den glänzenden hyalinen Inhalt, aus welchem Grunde ich sie wie bei Prorhynchus als hyaline Drüsen anführe. Sie sind zwar auf dem ganzen Körper unregelmäßig zerstreut, am dichtesten aber kommen sie in der Umgebung der Mund- und Geschlechtsöffnung, ferner am vorderen Körperrande und in ganz eigenthümlicher Anordnung auf der Bauchseite der vorderen Körperregion vor. Wie ich in Fig. 3 (*hd*) veranschauliche, verläuft von dem medianen Körperläppchen nach links und rechts in schwach bogenförmiger Linie je eine Reihe von dicht neben einander sitzenden und glänzenden Drüsen, die durch verschiedene Größe sich auszeichnen. In Fig. 7 ist wieder eine Gruppe der Hautdrüsen aus der Umgebung der Mundöffnung reproducirt. Durch die Beobachtung derselben von der Fläche sowie in der

Profillage, kann man sich von der Beschaffenheit dieser Drüsen überzeugen. Von der Fläche besehen (Fig. 7 *hd*) erscheinen die Drüsen als mehr oder weniger kugelige oder ovale Bläschen mit einem glänzenden, vollständig homogenen Inhalte; über denselben sieht man noch einen scharfen kreisrunden Umriss (*hp*) und im Centrum desselben eine ebenfalls scharf kontourirte Öffnung (*p*). Zuweilen ist dieser Porus undeutlich, und dies in Folge der Veränderung der Substanz, welche dem Bläschen aufsitzt.

Die Beobachtung in der Seitenlage erleichtert die gegenseitigen Beziehungen der besprochenen Verhältnisse (Fig. 8). Die Drüse erscheint dann als ein voluminöses birnförmiges Bläschen, welches eigentlich im Körperparenchym liegt, mit dem verengten Halse in der Hypodermis zwischen den normalen Zellen steckt und durch den Porus (*p*) nach außen mündet. Die Drüsen entbehren überhaupt der Kerne.

Die Hautdrüsen behalten die beschriebene Gestalt, so lange das Thier nicht gereizt wird; wenn es dagegen durch den Druck des Deckgläschens gewissermaßen gereizt ist, so reagiren die Drüsen in eigenthümlicher Weise. Auf der ganzen Oberfläche des Körpers erscheinen nämlich hyaline, stark lichtbrechende Kügelchen in der Gestalt von Tröpfchen, welche aus den erwähnten Poren hervorquellen und auf eine längere Zeit dieselben verstopfen (Fig. 8 *ex*). Erst nach und nach trennen sich die Tröpfchen vom Körper los, worauf sich neue Kügelchen bilden.

Das Wasser wirkt offenbar auf die Veränderung dieser secernirten Substanz ein; dieselbe, Anfangs ganz homogen, fängt sich bald am äußeren Ende zu gröberen, graulichen und stark lichtbrechenden Körnchen umzubilden (Fig. 9 *a*, *b*), später erscheint in dieser Gestalt das ganze Tröpfchen (Fig. 9 *ex*) und fällt vom Körper weg.

Was die chemische Beschaffenheit des Inhaltes der hyalinen Drüsen anbelangt, so wird man es hier mit einer fettartigen Substanz zu thun haben. Es ist nämlich sehr auffallend, dass man an Querschnitten nur recht spärliche oder gar keine Spuren der besprochenen Drüsen findet. Ihr Inhalt ist wohl durch Alkohol aufgelöst worden und es bleibt eine nur mit den schärfsten Vergrößerungen recht schwierig zu erkennende, geschrumpfte Substanz zurück.

In der beschriebenen Gestalt trifft man die Drüsen nur bei erwachsenen, geschlechtsreifen Thieren, während man bei jungen Exemplaren verschiedenen Bildungsstadien der Drüsen begegnet. Sie entstehen aus den gewöhnlichen Hypodermiszellen, in welchen zuerst kleine hyaline Inselchen erscheinen, die man mit den »wasserklaren Räumen« anderer Turbellarien vergleichen muss. Doch die Vermehrung der hyalinen Substanz geschieht wohl auf Kosten des

normalen Zellplasmas. Und so sieht man die entstehenden hyalinen Drüsen als schlanke, lang ausgezogene und in das Parenchym hineinragende Gebilde, in denen jedoch der Kern persistirt. Die Degeneration des letzteren habe ich nicht verfolgt.

Diese Drüsen stimmen wohl mit den oben beschriebenen Hautdrüsen von Prorhynchus hygrophilus überein und sie sind in ähnlichen Gestaltverhältnissen auch bei P. stagnalis beschrieben worden. L. v. Graff identificirt nun die letzteren mit den gewöhnlichen Schleimdrüsen anderer Turbellarien, welche die bekannten Schleimfäden »spinnen«.

Nach der oben dargestellten Funktion der hyalinen Drüsen von Bothrioplana kann ich dieser Auffassung nicht beistimmen; einmal, da Bothrioplana überhaupt keine derartige gespinstartige Sekrete producirt, das andere Mal, da die Drüsen ein Verhalten wie Fett zeigen. Im physiologischen Sinne wird man die in Rede stehenden Gebilde als »Fettdrüsen« bezeichnen müssen.

In meiner vorläufigen Mittheilung habe ich noch besondere »braune Drüsen« als Komponenten der Hypodermis hervorgehoben. Indessen hat sich später bei der Durchmusterung der Schnittserien herausgestellt, dass dieselben eigentlich in den Pharynx einmünden; sie werden später als Speicheldrüsen eingehend besprochen werden. Und so kann ich nur noch Einiges über die Rhabditenpackete erwähnen, und zwar mit Berücksichtigung der Mittheilungen meiner Vorgänger, welche nach dem Verhalten der genannten Gebilde die Aufstellung der verschiedenen Bothrioplana-Arten zu begründen versuchten.

Die Rhabditen der erwachsenen *Bothrioplana bohemica* sind höchst auffallend; auf der ganzen Körperoberfläche sieht man die mit denselben erfüllten Packete, wodurch das Thier ein besonderes Aussehen gewinnt. Jedes Packet enthält eine so große Zahl der Rhabditen, dass es mir nicht einmal gelang dieselbe näher zu bestimmen, während bei den oben erwähnten von Zacharias aufgestellten Arten bemerkt wurde, dass sie nur eine unbedeutende Anzahl (2—5) der Rhabditen enthalten und die Braun'sche *B. dorpatensis* derselben sogar entbehren soll. Meiner Ansicht nach wird man es hier mit jugendlichen Stadien einer und derselben Art zu thun haben; denn die jungen Exemplare von *B. bohemica* besitzen ebenfalls nur eine kleine Anzahl Rhabditen, die nebstdem in der Haut sehr spärlich zerstreut sind.

Die Rhabditen-Packete sind nun meist flaschenförmig; das stark angeschwollene Ende ragt tief in das Körperparenchym, während das äußere verengte Ende in die Hypodermis eingekeilt ist (Fig. 10). In gleicher Weise sind die Stäbchenpackete bei Monotiden bekannt.

Die Rhabditen-Packete dagegen, welche das periphere Nervensystem in der Gestalt der sog. Stäbchenstraßen begleiten[1], sind lang ausgezogen und gehen in ein feines Kanälchen über, in welchem die Rhabditen reihenweise hinter einander angeordnet sind (Fig. 14). Diese Rhabditen sind merklich kürzer und schwächer auf der Rückenseite als der Bauchseite. Außerdem findet man mit starken Systemen (hom. Immersion) in einzelnen Hypodermiszellen äußerst kleine, glänzende Körperchen, welche kurzen Stäbchen ähnlich sind, sonst aber den Rhabditen entsprechen (Fig. 4 *kr*): sie bilden keine Packete. Man findet sie in größerer Menge nur im vorderen Körpertheile.

In den Rhabditenpacketen gelang es mir auf keine Weise die Kerne nachzuweisen. Was die Struktur der Stäbchen anbelangt, so verweise ich auf Fig. 10 (*a*, *b*). Jedes Stäbchen besteht aus einer Anzahl von hinter einander folgenden Abschnitten, die ich auf 5—7 abzuschätzen vermag. In einem aus dem Körper herausgestoßenen Stäbchen (*a*) sieht man dieselben als helle eingeschnürte Hohlräume, während bei den in der Haut steckenden Stäbchen die letzteren als dunkel kontourirte Pünktchen (*b*) erscheinen. Die Stäbchen aber, welche in dem erweiterten Packettheile sich befinden, erscheinen auch bei den stärksten Vergrößerungen fast homogen, was jedoch auf die Einwirkung der Reagensflüssigkeiten zurückzuführen ist, indem an den frisch auspräparirten Stäbchen dieselbe Struktur hervortritt, wie oben beschrieben. Ähnliche Struktur der Rhabditen ist übrigens von Chichkov[2] bei Planarien statuirt worden. Die mit Müller'scher Flüssigkeit behandelten Rhabditen sollen außerdem auf der Oberfläche mit kaum wahrnehmbaren Poren versehen sein, die zwischen 2—4 variiren; zuweilen kann nur ein Porus vorhanden sein, sehr oft aber können sie fehlen; im Glycerin verschwinden diese Poren. Ferner erscheint eine doppelt kontourirte Membran, so dass die Rhabditen einer Kapsel ähnlich sind, deren Hohlraum durch Septen in kleine Kammern getheilt ist. Ich habe in dieser Hinsicht auch die Rhabditen der weiter unten beschriebenen *Planaria Mrazekii* untersucht und in Fig. 57 abgebildet. Man sieht hier ebenfalls die doppelt kontourirte Membran und die innere in 3—12 Abschnitte getheilte Höhlung. Die kurzen Rhabditen sind nach der Behandlung mit Chrom-Osmiumsäure segmentweise eingeschnürt, die innere Substanz homogen, die queren Scheidewände aus ungemein feinen Körnchen gebildet (Fig. 57 *b*, *c*). Die äußeren von Chichkov erwähnten Poren habe ich aber nicht sicherstellen können.

Wenn aber durch diese Beobachtungen festgestellt ist, dass die

[1] Braun stellt die Stäbchenstraßen unrichtig in Abrede.

[2] Recherches sur les Dendrocoeles d'eau douce.

Rhabditen keine homogenen Körperchen vorstellen, dass sie ferner innerhalb der rhabditogenen Drüsen auf die Kosten des Protoplasma zu Stande kommen, so ist gewiss die Frage zu beantworten, wie soll man die Struktur der Rhabditen erklären? Meiner Ansicht nach wird man bei der Beantwortung dieser Frage wohl nur die Zuflucht zu der Lehre BÜTSCHLI's über die alveoläre Struktur des Protoplasma nehmen können. Die erwähnten Kammern in den Rhabditen dürften den reihenweise angeordneten Alveolen entsprechen, während die »Septen« der Rhabditen von Planaria Mrazekii wieder von einer queren Reihe der kleinsten Alveolen gebildet sind. Allerdings aber wage ich nicht die Entstehung der resistenten doppelt kontourirten Membran der Rhabditen auf diese Weise zu erklären.

Die Muskulatur von Bothrioplana ist ganz nach dem Typus der Rhabdocölen gebaut. Man findet hier nur eine einzige Schicht der Ringmuskelfasern und eine eben solche der Längsmuskelfasern. Nach BRAUN sollte die erstere aus cirkulär verlaufenden Fasern bestehen, »an denen mehrere Fasern neben einander Theil nehmen« und ferner soll die Längsmuskulatur geringer sein als die Ringmuskulatur. Gerade das Gegentheil findet sich in dieser Beziehung bei B. bohemica. Die Ringmuskulatur besteht aus ungemein feinen und gleich dicken Fasern, die dicht neben einander und gleichmäßig in der ganzen Länge des Körpers vertheilt sind. Man überzeugt sich davon am besten an tangentialen Längsschnitten, auf welchen man sieht, dass zwischen der Hypodermis und Längsmuskelschicht eine Reihe von dicht neben einander liegenden, ungemein feinen und nur durch ihren Glanz sich verrathenden Pünktchen den Querschnitten der Ringmuskelfasern (Fig. 16 *rm*) folgen. Weder Kerne noch eine intermuskuläre Substanz findet man zwischen diesen Ringmuskelfasern.

Weit deutlicher kommt die Längsmuskulatur an Querschnitten zum Vorschein, wenn auch die Muskelfasern ebenfalls in einer einzigen Lage vorhanden sind. Die letzteren erscheinen als flache Bänder, die auf der Bauchseite merklich breiter sind als auf der Rückenseite. Sonst kommen sie in regelmäßiger Anordnung auf der ganzen Peripherie eines jeden Querschnittes vor (Fig. 15, 25 *lm*).

Die Längsmuskelfasern bestehen aus einer basalen, stark glänzenden Platte, nämlich der kontraktilen Substanz, und einem hyalinen, homogenen Plasma (Fig. 25 *lm*). Die kontraktile Substanz besteht aus feinen Pünktchen, welche den Querschnitten der zarten Fibrillen entsprechen.

Die Längsmuskelfasern sind in regelmäßigen Abständen von einander entfernt und durch eine feinkörnige plasmatische Substanz

getrennt. Bei spärlicher Entwicklung des Parenchyms und bei dem Umstande, dass sich die Leibesmuskulatur von der Hypodermis durch die angewandten Reagentien an zahlreichen Stellen lostrennt, gelingt es den feineren Bau der Körpermuskulatur noch besser zu ermitteln als wir bei Prorhynchus sicherstellen konnten. Wir kommen dadurch zur Erkenntnis, dass die Längsmuskelfasern in einem feinkörnigen Sarkoplasma eingebettet sind (Fig. 15, 25 *lm*), in welchem die intensiv sich färbenden, gleich großen und von den Kernen des Körperparenchyms ganz abweichenden Sarkoplasmakerne ebenfalls in regelmäßigen Abständen vertheilt sind.

Auffallend ist nun, dass man in der Ringmuskulatur weder Kerne noch Sarkoplasma nachweisen kann, und ferner dass die Ringmuskelfasern sich eng an die Längsmuskelschicht anschmiegen. Diese Umstände scheinen dafür zu sprechen, dass sich beide Muskelschichten aus einer und derselben Zellenlage differenzirt haben. Nach der Anordnung der Muskelfasern und der Kerne in dem Sarkoplasma muss man annehmen, dass hier ursprünglich ein einschichtiges Muskelepithel vorhanden war, an dessen basalem Theile sich das Zellplasma zur kontraktilen Substanz der Ring- und Längsmuskelfasern differenzirt hat, während der dem Körperparenchym zugekehrte Theil des Muskelepithels als Sarkoplasma bestehen bleibt und die Kerne unverändert enthält.

Die dorsoventralen Muskelzüge sind namentlich im vorderen Körper entwickelt, wo sie auch das Gehirnganglion durchsetzen; weiter nach hinten beschränken sie sich auf die beiden Körperseiten.

Das Körperparenchym ist wie bei den Alloiocölen höchst spärlich entwickelt, man findet sogar Stellen, z. B. an der Rückenseite, wo die Darmwandungen direkt das Sarkoplasma der Muskelschicht berühren, so dass hier zuweilen keine einzige Parenchymzelle vorhanden ist (Fig. 15). Auch auf der Bauchseite und den beiden Körperflanken, namentlich wenn die Dotterstöcke den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreicht haben, sind die Parenchymzellen recht spärlich in der Form von amöboiden Zellen erkennbar. Am meisten trifft man sie noch in der Region des Pharynx und zwar auf der Rückenseite des Körpers zwischen dem Hautmuskelschlauche und der Höhlenwandung, in welcher die Schlundtasche verläuft (Fig. 25 *pz*). Die Gestalt und Größe der amöboiden Zellen sind äußerst verschieden, eben so wie deren Plasma, das sich bald intensiv roth im Pikrokarmin färbt, bald als eine hyaline feinkörnige Substanz erscheint. Sonst habe ich keine eingehenden Beobachtungen über die Parenchymzellen angestellt. Interessanter erscheinen mir die bindegewebigen Umhüllungen, die wohl

auch ihren Ursprung den Parenchymzellen verdanken. Man findet solche sehr abgeflachte, mit großen Kernen versehene Zellen meist auf der Peripherie der Dotterstöcke (Fig. 25 *pt*, *pt'*, *pt''*), ferner aber bilden sie eine kontinuirliche Membran, mittels welcher eine geräumige Höhle begrenzt wird, in welcher die Schlundtasche gelagert ist (Fig. 25 *pm*). Die Zellen sind sehr flach, ihre Kerne zwar spärlich, aber doch an jedem Schnitte hervortretend, und verleihen dieser Hülle das Aussehen einer Peritonealmembran der höheren Würmer.

Das Nervensystem von Bothrioplana ist höchst schwierig zu untersuchen; die dicht in der Hypodermis gestellten Rhabditenpackete, sowie die zahlreichen Gehirnnerven erlauben nicht eine präcisere Einsicht über die Vertheilung derselben. Nur bei jüngeren Thieren, deren vorderer Körpertheil durch eine spärlichere Rhabditenentwicklung durchsichtiger wird, kann man eine genauere Beobachtung über die Gestalt des Gehirnganglions und deren Nerven anstellen. Nach wiederholten Beobachtungen einer größeren Anzahl von jungen Exemplaren war ich endlich im Stande eine halbschematische Darstellung des Nervensystems in Fig. 3 zu reproduciren.

Das Gehirnganglion liegt ziemlich entfernt von dem vorderen Körperende (Fig. 1 *g*, 26 *g*), welche Lage allerdings den Protraktionen und Zurückziehungen des genannten Körpertheiles unterliegt. In allen Fällen liegt es vor dem vorderen Lappen des Magens und besteht aus zwei symmetrischen, auf der Rückenseite durch eine Längsfurche von einander getrennten Hälften. Die Längsfurche ist allerdings individuell verschieden deutlich, nicht selten auch scheinbar fehlend. Jede Gehirnhälfte besteht nun aus zwei nach vorn gerichteten Lappen, so dass das ganze Gehirnganglion als ein vierlappiges, hinten deutlich eingeschnittenes Organ aus den Körpergeweben durchschimmert. Durch diese Gestalt des Gehirnganglions unterscheidet sich *B. bohemica* von den Arten, die Braun und Sekera beschrieben haben. Nach dem ersteren Beobachter ist das Gehirn »ein Doppelganglion, dessen Hälften vorn fast ganz verschmolzen, hinten durch einen Einschnitt noch getrennt sind; dadurch entsteht die Form eines Kartenherzens, dessen Spitze nach vorn sieht. *B. alacris* Sek. ist dagegen mit einem ziemlich unbedeutenden Gehirnganglion versehen, welches oberhalb des mittleren Darmlappens liegt und von einer unregelmäßigen vierseitigen Form mit schwachen Einschnitten ist, aus welch letzterer die Nerven nach vorn zu den starren Borsten ausgehen.«

Was die Histologie des Gehirnganglions anbelangt, so findet man an Quer- und Längsschnitten die gewöhnlichen Komponenten: das centrale neurale Reticulum und den äußeren Ganglienzellbelag (Fig. 27).

Das Reticulum ist durch seine enorme Entwicklung an Schnitten auffallend, während die Ganglienzellen wahrscheinlich nur in einer einzigen Schicht vorhanden sind und als eine epitheliale Umhüllung des Reticulums erscheinen. Bestimmt kann ich dies von den hinteren Ganglienzellen behaupten (Fig. 27 *hgz*), deren große und intensiv sich färbenden Kerne das Gehirnganglion in einer Schicht nach hinten begrenzen. Auch an der unteren Seite des Gehirnganglions sieht man die Kerne meist in einer einzigen Schicht (*ugz*), während die oberen Ganglienzellen meist noch von anderen Zellen bedeckt sind, von denen es schwierig zu entscheiden ist, ob sie Ganglien- oder Parenchymzellen vorstellen (*ogz*). Ferner gelang es mir noch Bindegewebszellen zwischen der Ganglienzellenschicht und dem Neuralreticulum nachzuweisen (Fig. 27 *nl, nl'*). Sie sind zwar spärlich vorhanden und treten nur an einzelnen Schnitten als sehr flache Elemente hervor, deren ebenfalls abgeflachte Kerne sich intensiv roth färben und durch ihre Gestalt von den Kernen der Ganglienzellen abstechen. Es kann daher keinem Zweifel unterliegen, dass das Neuralreticulum von einer selbständigen Hülle umgeben ist, welche letztere dem sog. inneren Neurilemm der höheren Würmer entspricht.

Es hat viele Mühe gekostet, ehe ich mir eine bestimmte Vorstellung von den peripheren Nerven gebildet habe. Mit den hinteren Nervenästen steht es noch nicht so schlimm, da man sie an allen Quer- und Längsschnitten ziemlich leicht nachweisen kann. Aber die Beschaffenheit der vorderen Nerven konnte ich lange nicht erkennen, da sie in so großer Anzahl vorhanden sind, dass sie eigentlich den vorderen Körpertheil ganz erfüllen. Eine bestimmtere Anzahl derselben anzugeben ist ganz unmöglich, da sie nicht nur von den oberen Theilen, sondern auch aus der unteren Fläche des Gehirnganglions ausgehen und so dicht neben einander verlaufen, dass ich lange nicht die einzelnen Nerven zu verfolgen im Stande war. Dazu kommt noch die histologische Struktur der vorderen peripheren Nerven. Bei anderen Turbellarien, selbst bei den Planarien, bestehen dieselben wenigstens auf den äußersten Enden aus feinen Fasern, welche dem Neuralreticulum des Gehirnganglions entspringen, wie wir es z. B. bei Opistoma angegeben haben. Von einer faserigen oder reticulären Struktur der vorderen Gehirnnerven kann aber bei Bothrioplana keine Rede sein. Jeder dieser Nerven besteht nur aus einer Reihe der hinter einander folgenden Zellen, und in dieser Struktur endigt er auf dem Hautmuskelschlauche. Man verfolgt diese Zellanordnung namentlich nach den klar hervortretenden Kernen, die der ganzen Länge eines Nerven nach dieselbe Größe und etwas komprimirte Gestalt bewahren. Das

Plasma dieser Nervenzellen ist recht spärlich, da die Kerne dicht nach einander folgen. An Längsschnitten gewahrt man nur die reihenartig angeordneten großen und intensiv sich färbenden Kerne, welche äußerlich von denen des Gehirnganglions nicht abweichen (Fig. 27 *pn*). Eine schärfere Begrenzung der Nerven an diesen Schnitten kann man nicht sicherstellen, während im lebenden Zustande die Nerven als glattwandig und in der ganzen Länge gleich dick erscheinen (Fig. 26 *vpn*); besondere Nervenendigungen, mit Ausnahme der Riechnerven, habe ich daher nicht ermitteln können.

Die hinteren Dorsalnerven bestehen dagegen nur aus der Reticularsubstanz (Fig. 27 *dn*) und man sieht nur an Querschnitten hin und wieder eine dieselbe begleitende Zelle. Die Dorsalnerven verfolgt man an Querschnitten auf der Rückenseite des Magendarmes unterhalb der Sarkoplasmaschicht, wo sie als hyaline Feldchen erscheinen. Sie ziehen bis in die Körperregion, wo der Pharynx anfängt, weiter nach hinten finde ich deren Durchschnitte nicht mehr (Fig. 47 *dn*).

Die ventralen Nervenstränge möchte ich nicht als periphere Nerven, sondern als direkte Fortsetzungen des Gehirnganglions auffassen, und zwar aus nachfolgenden Gründen:

1) Das Gehirnganglion selbst gehört eigentlich der Bauchseite, was sowohl die Quer- als Längsschnitte beweisen, somit sind die ventralen Nervenstränge direkte Fortsetzungen je einer Gehirnhälfte.

2) Die histologische Struktur der Nervenstränge ist dieselbe wie die des Gehirnganglions. Wie die Querschnitte, namentlich unmittelbar hinter dem Gehirnganglion zeigen, bestehen die ventralen Nervenstränge aus einer peripheren Ganglienzellschicht und dem centralen Nervennetze. Weiter nach hinten sind die Ganglienzellen spärlicher, während das Neuralreticulum vorherrscht. Sie ziehen bis zum hinteren Körperende als parallel verlaufende Stränge (Fig. 19 *n*).

3) Erst von den ventralen Nervensträngen strahlen die peripheren Nerven aus, wie man sich an Querschnitten verlässlich überzeugen kann. Die Nerven gehen nach links und rechts zum Hautmuskelschlauche, bestehen nur aus dem Neuralreticulum und verästeln sich in feinere Abzweigungen. Außerdem habe ich gefunden, dass die beiden Nervenstränge durch Querkommissuren verbunden sind (Fig. 26 *c*, *c'*), deren ich wenigstens drei sichergestellt habe, nämlich zwei gleich hinter dem Gehirnganglion und eine in der Region, wo der Pharynx in den Darm einmündet (Fig. 19 *ncm*).

Die S i n n e s o r g a n e sind bei Bothrioplana in drei Arten vertreten, von denen zwei schon bei den bisher beschriebenen Arten bekannt sind, die dritte kann ich zum ersten Male anführen. Es sind dies:

1) Die Sinnesborsten,

2) die Riechgruben,

3) ein unpaares Grübchen auf der Rückenseite unmittelbar hinter dem Gehirnganglion.

1) Die Sinnesborsten sind als Tastorgane durch ihre Länge und Starrheit so auffallend, dass sie den früheren Autoren nicht entgehen konnten. Sie sind meist in der größten Anzahl am vorderen Körperende, weniger am hinteren Körperende vertheilt und treten bald einzeln, bald zu Büscheln vereinigt, zu je drei bis vier gleichzeitig hervor (Fig. 4 *rg*). Indem sie am basalen Theile zusammengeklebt sind und am äußeren Ende frei hervorragen, sind sie kleinen Pinseln ähnlich (Fig. 5). Ihre Insertion in den Hypodermiszellen konnte ich zwar leicht sicherstellen, keinesfalls aber ihre Verbindung mit den dicken Nervenfasern, wie Sekera angiebt. Möglich, dass andere Arten in dieser Hinsicht viel günstiger sind als *B. bohemica*. Übrigens zweifle ich nicht, dass die Verhältnisse sich hier eben so verhalten, wie bei den Tasthaaren der Naidomorphen etc., bei denen man leicht die hypodermalen Sinneszellen — ebenfalls mit Tastborsten versehen — in Verbindung mit den Nervenfasern statuiren kann.

Mit den stärksten Vergrößerungen trachtete ich zu ermitteln, ob die in Rede stehenden Tastborsten zitternde Bewegungen ausüben, wie es bei Macrostoma bei den Zittergeißeln der Fall ist. Niemals aber gelang es mir solche Bewegungen wahrzunehmen, die Tasthaare waren immer steif, unbeweglich.

Vergebens suchte ich auch die von Böhmig bei verschiedenen Alloiocölen entdeckten Tastkörperchen zu finden.

2) Die Wimper- oder Riechgruben treten bei *B. bohemica* bald in einem, bald in zwei Paaren auf. Je nach dieser Anzahl der erwähnten Organe erkennt man, dass das Vorderende der schwimmenden Bothrioplana zu beiden Seiten des Vorderkörpers je ein Paar (Fig. 2) oder zwei seichte Vertiefungen in der Hypodermis trägt. Die Individuen mit je einem Paare Riechgruben sind allerdings höchst selten. Das erste Paar erscheint an den vorderen Ecken des Thieres, welches hier schräg abgestumpft ist, das zweite Paar liegt ein wenig nach hinten. Nicht selten sind die vorderen Grübchen so verkümmert, dass ich vergebens ihre Struktur zu ermitteln versuchte. Übrigens ist das Studium dieser Organe sehr erschwert durch das Vorhandensein von zahlreichen Stäbchenpacketen in der vorderen Körperregion, und will man ihre Struktur und Verbindung mit den Nerven erkennen, so muss man nur die jüngeren, durchsichtigen Exemplare wählen und dabei noch die schärfsten Vergrößerungen anwenden. Erst dann sieht man die

langen flackernden Riechhaare innerhalb der äußeren Öffnung der Grübchen.

Die Lage sämmtlicher vier Grübchen ist in Fig. 26 (*rg*) dargestellt. Wiewohl die Öffnungen weit und schlitzartig erscheinen, so sieht man bei näherem Zusehen mit homogener Immersion (ZEISS 1/12), dass sie höchst unbedeutend und rund sind (Fig. 28). Aus der Tiefe dieser mit einem glänzenden, wahrscheinlich cuticularen Höfchen umrandeten Riechporen flackern die farblosen und langen Geißeln, deren ich höchstens sechs sichergestellt habe. Sonst ist die Vertiefung der Hypodermis, in welcher sich der eigentliche Riechporus befindet, nur von wenigen Hypodermiszellen umgeben, wovon man sich überzeugen kann, wenn sich die Riechgrube aus ihrer ursprünglichen Lage hervorstülpt (Fig. 29 *hp*). Man sieht dann, dass vier bis fünf hyaline Hypodermiszellen über die Körperoberfläche hinausragen und dass an ihrer Basis die Geißelhaare sitzen. Im normalen Zustande bildet die Hypodermiseinstülpung eine flaschenförmige (Fig. 31 *hp*), oder bei der Zusammenziehung des Körpers eine schüsselförmige (Fig. 32 *hp*) Vertiefung, aus welcher die Riechgeißeln nach außen ragen. Durch einen centralen Porus steht die Vertiefung mit dem eigentlichen Riechsäckchen in Verbindung (Fig. 31, 32 *rs*), dessen Lumen von einer glänzenden, wahrscheinlich cuticularen Membran ausgestattet ist, welche letztere aber keine Cilien trägt, wovon ich mich zu wiederholten Malen überzeugt habe. Die Höhlung ist mit einer glänzenden, zuweilen feinkörnigen Flüssigkeit erfüllt (Fig. 29 *fl*). Betrachtet man nun das Riechsäckchen in optischen Längsschnitten, so sind auf der äußeren Fläche der cuticularen Umhüllung glänzende, ziemlich steife Rippen auffallend, deren Ursprung ich an lebenden Objekten nicht zu ermitteln wusste (Fig. 28 *gf*). Das Lumen des Riechgrübchens ist äußerlich von einer Zellmasse umhüllt, die sich sowohl an lebenden Thieren als Schnittserien als Ganglienzellen erweisen (Fig. 26, 31, 32 *rgl*). Ihre Kerne haben dieselbe Größe, denselben Glanz und dieselbe histologische Struktur, wie die Kerne der vorderen peripheren Nerven. Betrachtet man auch das Ganglion näher, so sieht man, dass die Riechnerven sich direkt von dem Gehirnganglion an die Basis desselben ansetzen und im optischen Längsschnitte erweisen sich die Ganglien als die eigentlichen Fortsetzungen der Riechnerven (Fig. 28 *rn*, 26 *rn'*, *rn''*).

Was nun die oben erwähnten glänzenden Streifen an der cuticularen Umgrenzung der Riechgrube anbelangt, so geben uns Schnitte über deren Beschaffenheit die verlässlichsten Aufschlüsse. In Fig. 30 ist ein wenig schräger Schnitt der Riechgrube (*rg*) mit ihrer basalen Wandung dargestellt. Es sind hier vier Ganglienzellen mit großen,

intensiv sich färbenden Kernen (*rgl*) reproducirt. Ihr Zellplasma bildet je einen zarten Fortsatz, der längs der Riechgrube hinzieht und offenbar je einer oben erwähnten glänzenden Rippe entspricht.

Wenn wir daher die Riechgruben von Bothrioplana noch einmal betrachten, so erkennen wir einen weit komplicirteren Bau derselben, als dies von anderen, in dieser Beziehung eingehender untersuchten Turbellarien bekannt ist. Man unterscheidet hier die eigentlichen Riechsäckchen, an deren Zusammensetzung sich die epithelartig angeordneten Ganglienzellen betheiligen, und das äußere Grübchen, welches durch die Einstülpung der Hypodermis zu Stande kommt. Schwierig ist die Erklärung der inneren cuticularen Begrenzung des Riechsäckchens; ist diese Membran von besonderen, zwischen den Ganglienzellen befindlichen und als Stützzellen zu betrachtenden Elementen hervorgegangen, oder ist es ein Produkt der Ganglienzellen selbst? — das sind Fragen, die ich nicht zu beantworten vermag. An Schnitten gelang es mir nicht zwischen den Ganglienzellen befindliche Stützzellen nachzuweisen. Nur die gewöhnlichen Ganglienzellen mit ihren Fortsätzen sieht man an den Schnitten (Fig. 30 *rgl*). Aber durch das Vorhandensein des eigentlichen Sinnessäckchen innerhalb des Ganglions erscheint die Funktion der in Rede stehenden Organe als »Riechorgane« viel wahrscheinlicher als man bisher anzunehmen geneigt war. Wenn mir nun von einer Seite vorgeworfen wurde, dass ich zuerst eine bestimmte Äußerung über die Funktion der Wimpergrübchen als »Riechgruben« gewagt habe[1], so glaube ich dies mit demselben Rechte gemacht zu haben, wie man »die Augen« der niederen Turbellarien, z. B. Macrostoma und Vortex, als Augen auffasst.

In meinem Werke »Thierische Organismen der Brunnenwässer von Prag« habe ich die besprochenen Organe der einheimischen Stenostomiden beschrieben und bildlich dargestellt[2]. Sie bestehen nach diesen Untersuchungen aus einer hypodermalen bewimperten Einstülpung, die sich direkt an die Riechganglien — welche jedoch solid sind — ansetzen und die letzteren durch gesonderte Nerven mit dem Gehirnganglion in Verbindung bringen. Dies lässt sich an lebenden Exemplaren von *Stenostoma unicolor* ganz verlässlich nachweisen. Nach mir hat dann Landsberg[3] von Neuem, und zwar durch die Schnitt-

[1] Vejdovský, Vorläufiger Bericht etc.

[2] Vejdovský, Thierische Organismen der Brunnenwässer von Prag. Prag 1882. Taf. V u. VI.

[3] B. Landsberg, Über einheimische Mikrostomiden, eine Familie der rhabdocöliden Turbellarien.

methode, die fraglichen Organe untersucht, dieselben als Riechorgane aufgefasst, ist aber bei der Ignorirung meiner Arbeit in Bezug auf das eigentliche Wimpergrübchen und die Innervirung der Riechganglien zu ganz anderen Resultaten gelangt, als ich. Ohne mich in eine Polemik einlassen zu wollen, glaube ich diese Angaben LANDSBERG's als unrichtig bezeichnen zu müssen. Schließlich hat neuerdings JACOB KELLER[1] über die Regeneration der Riechgrübchen der Stenostomiden geschrieben, ohne etwas Neues in dieser Beziehung beizubringen, da die Entstehung der besprochenen Organe bereits in meinem Werke enthalten ist, das aber ebenfalls von dem genannten Autor ignorirt wurde (sonst sind manche Mittheilungen dieses Autors, namentlich die über die Geschlechtsorgane der Stenostomiden meist falsch).

3) Das unpaare dorsale Grübchen hinter dem Gehirnganglion ist bisher bei Bothrioplana nicht beobachtet worden. Es ist recht schwierig zu entdecken, namentlich wenn es nicht funktionirt und wenn der Druck des Deckgläschens allzu stark ist. Ist das Objekt günstig, so erscheint je nach den Kontraktionen des Thieres bald über, bald unmittelbar hinter dem Gehirnganglion ein kleiner Längsschlitz, den man aber erst mit der homogenen Immersion deutlich als solchen unterscheiden kann. Seine Lage ist sonst gekennzeichnet durch eine hellere Stelle, wo in der Hypodermis weder hyaline Drüsen, noch Rhabditenpackete vorkommen (Fig. 4 *kp*). Die letzteren sind radienartig in dem Umkreise dieser Stelle angeordnet. Die Gestalt dieses Schlitzes ist nicht konstant, indem er sich zusammenzieht und wieder allmählich erweitert, was offenbar die radial um denselben ausstrahlenden ungemein feinen Fäserchen bewirken, die man daher als kontraktile Muskelfibrillen ansprechen darf. Bei der intensivsten Dilatation erscheint der Schlitz als eine runde, ringsum mit einem hellen Höfchen umrandete Öffnung (Fig. 6 *a*). Wenn er sich zusammenzieht, verlängert er sich in der Längsachse des Körpers (Fig. 6 *b*); das so entstandene Grübchen verschmälert sich (*c*), bis es wie eine dunkle Längslinie erscheint (Fig. 6 *d*), es kann auch gänzlich verschwinden, und nur das hyaline Höfchen und die Muskelfibrillen verrathen die Stelle, wo sich dieses Organ befindet. Schwer nur gelingt es diese Stelle zu finden, so dass ich sicher bin, dass die künftigen Beobachter viele Mühe verwenden werden müssen, wenn sie sie wieder finden wollen.

Ob das Grübchen tiefer in den Körper eingreift, vermag ich nicht anzugeben, da ich an Schnitten keine Spur desselben wiederfinden kann. Wohl aber sehe ich, dass das Gehirnganglion in dieser Körper-

[1] JACOB KELLER, Die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Süßwasserturbellarien. Inaugural-Dissertation. 1894.

region mit einer hohen Gruppe von Ganglienzellen versehen ist, die bis zur Hypodermis reichen. Aus diesem Grunde glaube ich, dass das besagte Grübchen in direktem Zusammenhange mit dem Ganglion sich befindet und als ein Sinnesorgan aufzufassen ist. Noch ein anderer Grund führt mich zu dieser Deutung. Unter den einheimischen Tubificiden hat Štolc eine recht interessante und morphologisch wichtige Gattung beschrieben, die er *Bothrioneuron* nennt und dies nach der Thatsache, dass am Prostomium dieses Wurmes ein sehr markanter Längsschlitz vorhanden ist, welcher um so deutlicher hervortritt, als er sich zusammenzieht und erweitert und in letzterem Zustande lebhaft wimpert. Es ist nicht schwierig seine direkte Verbindung mit dem Gehirnganglion nachzuweisen[1].

Der Darmkanal. Die Mundöffnung liegt in dem hinteren Drittel des Körpers und führt in die lange Schlundtasche, in welcher sich der lebhaft zusammenziehende Pharynx befindet. Die Wandung der Schlundtasche ist eine sehr dünne Membran, mit ziemlich spärlichen Kernen (Fig. 25 *pht*). An Längsschnitten erweist sich dieselbe als direkte Fortsetzung der Hypodermis; eine Muskulatur habe ich nicht nachweisen können. Am Proximalende geht das Epithel der Schlundtasche in das äußere Epithel des Schlundes über, was vornehmlich an Längsschnitten sehr schön hervortritt. Es zeigt sich dabei, dass der Pharynx von Bothrioplana einen typischen Pharynx plicatus vorstellt und dass er sonst die histologische Struktur des letzteren wiederholt. Sowohl die Quer- als Längsschnitte bestätigen diese Angabe.

Man findet zu äußerst eine im Leben homogene, an Querschitten aus feinen Prismen gebildete Schicht, in der ich auf keine Weise die Kerne nachzuweisen vermochte (Fig. 17 *ee*). Es ist ein höchst modificirtes Epithel, das in gleicher Weise am Pharynx einiger Planarien vorkommt, wo aber seine epitheliale Struktur durch Chichkov nachgewiesen wurde. Die erwähnten Prismen sind jedoch keine Cilien, da der Pharynx im Leben nicht wimpert, vielmehr glaube ich hier eine cuticulare Bildung zu erblicken.

Dann folgt eine einfache Längsmuskelschicht (Fig. 17 *elm*), unter welcher sich eine eben solche Ringmuskelschicht erstreckt (*erm*). Die innere Wandung des Pharynx hat andere Schichtung; die innere Epithelschicht ist als solche leicht erkennbar, da sie viel höher ist als die äußere, da sie eine gröbere Querstreifung besitzt und dicht mit Wimpercilien bedeckt ist (Fig. 17 *ie*). Unter dem Epithel folgt eine Ringmuskelschicht (Fig. 17 *irm*) und eine Längsmuskelschicht (Fig. 17 *ilm*).

[1] Vgl. A. Štolc, Monografie českých Tubificidů. Abhandl. kgl. böhm. Gesellsch. Wissensch. Prag. 1888.

Zwischen der äußeren und inneren Muscularis ziehen die Radialmuskeln (Fig. 17 *rm*), während die Räume zwischen den letzteren mit einem Bindegewebe erfüllt sind, in welchem die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen verlaufen (Fig. 17 *phd*).

Wenn man die inneren und äußeren Längsmuskelfasern des Pharynx an Querschnitten näher betrachtet (Fig. 17), so ist die Mächtigkeit und Anzahl derselben sehr auffallend.

Was die Mächtigkeit anbelangt, so sind die inneren Muskelfasern viel dicker als die äußeren, die letzteren dagegen weit zahlreicher als die inneren. In der äußeren Längsmuskelschicht liegen die Fasern dicht neben einander, während die inneren in weiten Abständen von einander entfernt sind. Man sieht aber, dass in den Intervallen zwischen je zwei Längsmuskelfasern die Radialmuskeln sich an die inner Ringmuskelschicht ansetzen, eben so wie sie mit den stark abgeflachten und verästelten äußeren Enden an der äußeren Ringmuskelschicht inseriren.

Ferner ist die histologische Richtung beider Längsmuskelschichten verschieden. An Querschnitten wiederholen die Muskelfasern eine U-förmige oder bogenförmige Gestalt; zwischen beiden Schenkeln zieht eine namentlich in den inneren Längsmuskeln durch eine hyaline Plasmamasse leicht erkennbare Rinne. Wenn wir nun die Richtung dieser Rinne in beiden Schichten vergleichen, so erkennen wir sogleich, dass dieselben nach innen gerichtet sind. Dies ist aber durch die Betrachtung der Längsschnitte dadurch erklärlich, dass die äußere Längsmuskelschicht (Fig. 34 *alm*) ohne Unterbrechung in die innere (*ilm*) übergeht, wobei der Schichtenwechsel beider Muskellagen am äußeren Pharynxmunde stattfindet (Fig. 34).

Die Radialmuskeln fehlen in dem hinteren Drittel des Pharynx (Fig. 33); hier inseriren die Retractoren und hier findet man, dass die Parenchymzellen fast epithelartig die beiden Muskelschichten nach innen begleiten (Fig. 33 *ap*, *ip*), so dass man an Querschnitten von einem äußeren und inneren »Parenchymepithel« (sit venia verbo!) reden kann.

Die Speicheldrüsen liegen extrapharyngeal und sind leicht zu verfolgen durch ihren braungefärbten Inhalt und die langen Ausführungsgänge. In der Umgebung der Stelle, wo der Pharynx in den Darm einmündet, sieht man nämlich eine größere Anzahl großer, braun gefärbter Drüsen, die sich meist durch eine schaumige Struktur ihres Protoplasma auszeichnen. In dem angeschwollenen, verschieden sich gestaltenden Zellkörper sieht man in einer braunen grobkörnigen Grundsubstanz mehrere hyaline Bläschen oder Alveolen, die sich so

vermehren können, dass sie den ganzen Zellkörper erfüllen und ihm die obgenannte Struktur verleihen (Fig. 16). Der Kern pflegt in dem unteren Theile der Zelle zu liegen, und man findet, dass sich gewöhnlich noch seitliche Ausbuchtungen bilden, so dass die Drüsenzelle wie verästelt aussieht. Dann verengt sich jede Drüsenzelle zu einem stielartigen Fortsatze, der sich durch das Vorhandensein eines feinen Kanälchens als Ausführungsgang der Drüse erweist. Sämmtliche Ausführungsgänge dieser Drüsen begeben sich nun in das Parenchym des Pharynx, wo man sie leicht an lebenden Thieren nach ihren braunen Färbungen und knotenartigen Anschwellungen bis zur Ausmündung des Pharynxmundes verfolgen kann (Fig. 19 *spd*, 20 *aspd*).

Die von den besprochenen Drüsen secernirte Flüssigkeit erscheint an der Umrandung des Pharynxmundes in der Form von ziemlich großen Tröpfchen von bräunlicher Farbe und feinkörniger Struktur. An Querschnitten durch den Pharynx findet man auch die Querschnitte der Ausführungsgänge von Speicheldrüsen, besonders der Stellen, die sich als knotenförmige Anschwellungen im Leben erwiesen. In diesen Stellen staut sich offenbar die Speichelflüssigkeit an (Fig. 17 *phd*) und werden solche Stellen von dem umliegenden Parenchym fast epithelartig begrenzt.

Der Darm gestaltet sich sehr mannigfaltig; bei den jungen Thieren ist er vorn und hinten nur schwach gelappt, mehr stabförmig, welche Theile durch zwei zu beiden Seiten verlaufende Schenkel verbunden sind. In den geschlechtsreifen, hungernden Thieren sieht man aber, dass der vordere und hintere Theil tief gelappt ist; nach vorn zu erstreckt sich der vordere Stamm bis an das Gehirnganglion und endet hier mit einem blinden Zipfel, hinter welchem drei bis vier kleinere Seitenlappen folgen. Die nachfolgenden Lappen sind dagegen sehr mächtig, symmetrisch nach links und rechts sich von dem Hauptstamme abzweigend und ziemlich stumpf endigend; bis zum Schlunde habe ich derselben meist neun Paare sichergestellt. Bei reichlicher Nahrungsaufnahme sind diese Seitenlappen wenig schlank und derart angeschwollen, dass die Verzweigung nur recht undeutlich hervortritt, indem sich die benachbarten Lappen der Quere nach berühren und die Lappenbildung dadurch unkenntlich wird. Dadurch erklärt sich die Angabe Sekera's, dass der Magen von *B. alacris* traubenförmig ist.

Ähnlich verhält es sich mit dem hinteren Stamme, an welchem ich fünf bis sechs deutliche größere Lappen und einige unbedeutende Seitenläppchen sichergestellt habe.

Die Verbindungsschenkel zu beiden Seiten des Pharynx lassen keine Lappenbildung erkennen.

Die Schnittserien zeigen nun sehr überzeugend, dass die einzelnen seitlichen Ausbuchtungen sich nur auf der Rückenseite befinden, indem sie von der Bauchfläche durch die mächtige Entwicklung der Dotterstöcke verdrängt werden (vgl. Fig. 48 *d*).

Zwischen je zwei benachbarten Lappen sieht man besondere Quermuskelzüge zwischen der Körperwandung und dem Magen; dadurch wird der letztere in seiner geraden Lage gehalten. Wie Fig. 25 *d* zeigt, sind die Wandungen des Darmes in allen Theilen aus großen, keilförmigen Zellen gebildet, die ein schönes Darmepithel vorstellen. Die Zellgrenzen treten in allen Fällen mit der größten Deutlichkeit hervor. Im Leben sieht man namentlich in der hinteren Region lebhafte Wimperung der Darmzellen; an Schnitten sind aber die Wimpern nicht kenntlich. Die Kerne der Darmzellen sind gelappt und enthalten neben dem Kernkörperchen noch besondere festere Bestandtheile, welche den in dem Zellkörper befindlichen nicht unähnlich sind. Ich habe Bothrioplana vornehmlich mit Regenwürmern gefüttert.

Exkretionssystem. Braun hat nur die Lage des hinteren »Porus excretorius, an welchen sich eine kleine Blase anschließt«, richtig angegeben. Dann habe ich die Vertheilung der Hauptgefäße und deren Verästelung eingehender besprochen und kann jetzt meine früheren Angaben durch eine detaillirte Darstellung des gesammten Exkretionsapparates vervollständigen, wobei ich mich auf die halbschematische Darstellung (Fig. 13) desselben berufen werde.

Es giebt zwei Nephridioporen, einen vorderen (Fig. 13 *exa*) und einen hinteren (*exp*). Der letztere befindet sich im Hautmuskelschlauch auf der Bauchseite an der Stelle, wo der Pharynx mit dem Magen kommunicirt, es ist daher etwa das Körpercentrum. In diesen Nephridioporus münden zwei Ausführungsgänge des Exkretionsapparates (*ed*), welche von links und rechts verlaufen. Bei dem Entleerungsakte bildet sich die bekannte kontraktile Blase, welche auch Braun beobachtete (Fig. 19 *eanp*), welche sich allmählich mit einer klaren Flüssigkeit füllt und durch eine plötzliche Zusammenziehung dieselbe nach außen entleert.

Die beiden Ausführungsgänge nehmen in einiger Entfernung von der Körperwandung je zwei Seitengänge (Fig. 13, 19 *v*, *h*), einen vorderen und einen hinteren, auf. Der vordere Gang begiebt sich längs der Körperwandung bis zum Vorderrande, wobei er sich zahlreich verästelt und dadurch ein Kanälchennetz bildet (Fig. 13 *vkn*). Die Kanälchen sind vielfach geschlängelt, von verschiedener Dicke und entsenden seitliche Blindästchen (Fig. 13 *x*), die bis in die Hypodermis eindringen, ohne jedoch mit der Außenwelt zu kommuniciren. Sie

dienen vielmehr nur zur Befestigung des ganzen Apparates an den Hautmuskelschlauch.

Kurz vor dem vorderen Körperrande, dort nämlich, wo das hintere Paar der Riechgrübchen sich befindet, steigt noch weiter nach vorn aus dem Kanälchennetze ein isolirter, vielfach geschlungener Kanal auf, der sich bald zurückwendet und oberhalb des ersteren, somit auf der Rückenseite nach hinten verläuft (Fig. 13 *va*). In diesem Verlaufe verengt er sich allmählich, und in der Mitte des Körpers, ein wenig hinter den Ausführungsgängen, löst er sich zu mehreren äußerst feinen Kanälchen auf, welche nur mit den schärfsten Vergrößerungen und beim schwachen Drucke des Deckgläschens verlässlicher wahrnehmbar sind (Fig. 13 *rt*). Da diese Kanälchen von der rechten und linken Hälfte des Exkretionsapparates in querer Richtung gegen die Medianlinie des Körpers verlaufen und hier vielfach anastomosiren, so entsteht ein recht feines Kapillarnetz, das sich nur an diese mittlere Körperregion beschränkt.

Der hintere Seitengang (Fig. 13 *h*) begiebt sich in derselben Weise wie der vordere nach hinten und bildet längs der Körperwand das hintere Kanälchennetz (*hkn*), welches zwar bis zum hinteren Körperende reicht, aber keinen selbständigen zurückkehrenden Ast abgiebt. Nach hinten angelangt, löst sich das Kanälchennetz wieder zu einem ähnlichen Kapillarnetze auf, das wir in der Körpermitte sichergestellt haben.

Der vordere Nephridioporus befindet sich auf der Bauchseite des mittleren unbedeutenden Läppchens am vorderen Körperrande (Fig. 13 *exa*), er kann sich sogar dem Vorderrande in der Weise nähern, dass es scheint, als ob er eine terminale Lage hätte. Thatsächlich aber gehört der Porus der Bauchseite an.

Diese Stelle ist immer — selbst bei schwächeren Vergrößerungen — durchscheinend, doch muss man immer eine der stärksten Vergrößerungen anwenden, um die wahre Beschaffenheit des Ausführungskanales zu erkennen. Es befindet sich hier nämlich ein längsverlaufendes, wahrscheinlich kontraktiles und dickwandiges Säckchen (Fig. 13 *aed*), welches sich zuweilen schraubenförmig einschnürt.

Durch die stattgefundene Einschnürung wird die Exkretionsflüssigkeit aus dem centralen, vielfach geschlungenen Kanälchen ausgepresst, wonach die Wandungen des Säckchens wieder glatt werden.

Am proximalen Ende münden in das Säckchen vier gewundene Ausführungskanälchen (Fig. 13 *c*), von denen zwei der Dorsalseite, und zwei der Ventralseite des Thieres angehören. Die ersteren entspringen den lateralen selbständigen Hauptkanälen (*va*), während die ventralen

in dem lateralen Kanälchennetze ihren Ursprung haben. So gestaltet sich das präcerebrale Exkretionssystem.

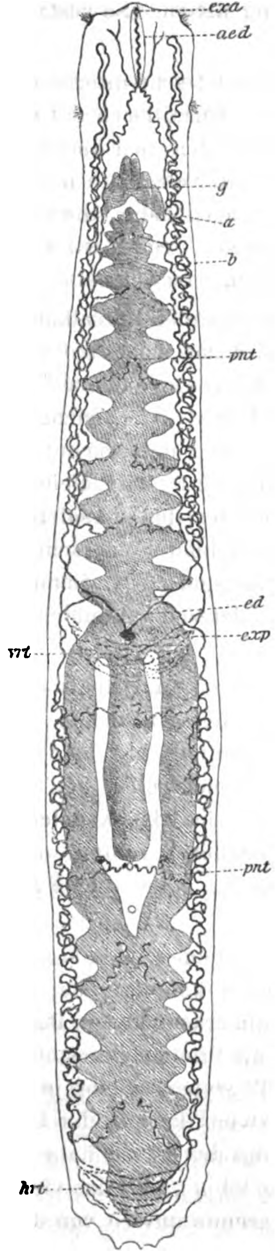
Die übrige Verästelung des lateralen Systems ist sehr interessant, indem wir hier sehr regelmäßig vertheilten Seitenkapillaren mit den Pronephridiostomen begegnen, und zwar wiederholen sich dieselben in derselben Weise auf der Rücken- und Bauchseite, wesshalb ich die beiden Systeme in die Abbildung Fig. 13 eingetragen habe, die eben desshalb als schematisch betrachtet werden müssen. Sonst sind die Kanäle, Netze und Wimperflammen möglichst naturgetreu gehalten.

Man ersieht, dass aus dem selbständigen absteigenden Dorsalkanale sieben Paar Seitenkanälchen entspringen, nämlich das vorderste über dem Gehirnganglion verlaufende (Fig. 13 *m*) und sechs, welche auf der Rückenseite über dem Darme hinziehen (*a*—*f*). Unter dem Gehirnganglion war ich nicht im Stande einen dem dorsalen entsprechenden Seitenast zu ermitteln; man findet hier regelmäßig in fast gleichen Abständen fünf Seitenäste (*1*—*5*), während ein sechstes, dem dorsalen (*f*) entsprechendes Seitenkanälchen auf der Bauchseite fehlt. Wahrscheinlich entspricht demselben der ventrale Ausführungsgang (*ed*). Sämmtliche ventralen Seitenzweige entspringen dem lateralen Kanälchennetze (*vkn*).

Alle angeführten Seitenzweige sind nach einem und demselben Typus gebaut. Es sind äußerst feine, dünnwandige Kanälchen, die quer bis fast zur Medianlinie des Körpers verlaufen und hier mit einem Pronephridiostom endigen. Das letztere weicht nicht von den bereits bekannten Organen ab. Zuweilen kann sich das Kanälchen nochmals verästeln und blindgeschlossene Auswüchse bilden, auch habe ich noch seitliche Pronephridiostomen gefunden, aber solche Abweichungen sind ziemlich spärlich.

Ob in der Pharyngealregion die Pronephridiostomen auch auf der Rückenseite vorkommen, habe ich nicht ermitteln können; aber auf der Ventralseite, der ich immer eine größere Aufmerksamkeit in Bezug auf die Geschlechtsorgane gewidmet habe, sind die Pronephridiostomen sehr regelmäßig vertheilt. So fand ich in der Pharyngealregion je ein Paar derselben (Fig. 13 *b*), ferner kommt das zweite Paar in der Umgebung der Geschlechtsöffnung (Fig. 20 *nf*) vor, das dritte Paar habe ich in der Region der Dottergänge sichergestellt (Fig. 23 *nf*), und das vierte Paar habe ich schließlich in dem hinteren Körperende unweit von dem Kapillarnetze gesehen.

An manchen dieser Pronephridiostomen habe ich fast regelmäßig ermitteln können, dass sich neben der Wimperflamme noch ein Seiten-



ast abzweigt, welcher aber blind endigend einen sonderbar gewundenen Kanälchenknäuel bildet (Fig. 13 *b*, 20 *kn*).

Wir werden daher im Exkretionssysteme von Bothrioplana unterscheiden:

1) Die Wimperflammen, Kapillarnetze und Kanälchenknäuel als Sammelorgane der Exkretionsprodukte.

2) Die Seitenkanäle und Seitennetze als abführende Organe.

3) Die Ausführungsgänge mit den Exkretionsblasen.

Die Meinung mancher Forscher, nach welcher die Exkretionsorgane der Turbellarien auch eine respiratorische Funktion vertreten, theile ich nicht.

Die nebenstehende Figur dürfte halbschematisch die Vertheilung der besprochenen Organe auf der Bauchseite des Thieres veranschaulichen.

Die Geschlechtsorgane von Bothrioplana sind recht dürftig bekannt. Braun hat an Schnitten nur einzelne Theile der weiblichen Geschlechtsorgane gefunden und meint daher, dass ihm getrennt geschlechtliche Formen vorlagen. Das Ovarium ist nach ihm paarig, je eins liegt auf der Seite unmittelbar hinter dem Schlund, und stellt ein etwa kolbenförmiges Organ dar, dessen Spitze von jugendlichen Eizellen eingenommen wird, während die großen Eier in der Auftreibung liegen. »An vielen Eizellen sehe ich (cf. Fig. 11) einen oder mehrere langgestreckte Kerne der Peripherie des Eies anliegen, sich den Kontouren desselben anpassend, so dass eine aus platten, kernhaltigen Zellen bestehende Follikelhaut vorhanden zu sein scheint.« Die Dotterstöcke hat Braun

Halbschematische Darstellung des Exkretionsapparates von *Bothrioplana bohemica* von der Bauchseite. *exa*, vorderer Exkretionsporus; *aed*, vorderer Ausführungsgang; *g*, Gehirnganglion; *a*, seitliches Kanälchennetz; *b*, Seitenkanal; *ed*, hinterer Ausführungsgang; *exp*, hinterer Exkretionsporus; *vrt*, vorderes, *hrt*, hinteres Kapillarnetz; *pnt*, Wimperflammen.

richtig erkannt, aber die Ausführungsgänge nicht gefunden. SEKERA hat die Angabe BRAUN's bezüglich der Dotterstöcke bestätigt. Die Hoden deutet er als in einer Doppelreihe angeordnete Follikel, deren Anzahl in einer Reihe zehn betrug, aber ihr Inhalt war bisher nicht differenzirt und die Samenleiter nicht nachweisbar; nur hinter dem Pharynx fand er eine birnförmige Vesicula seminalis mit einer muskulösen Penisröhre. Das große Atrium war mit großen accessorischen Drüsen versehen. »Zu beiden Seiten des Pharynx befanden sich die mehr oder weniger freien Eizellen.« Irgend ein accessorisches weibliches Organ und den Uterus hat SEKERA nicht gefunden[1].

Die Geschlechtsöffnung befindet sich unweit hinter der Mundöffnung, ist rund und von einem glänzenden Cuticularsaume umrandet (Fig. 24 *po*). Wie die Querschnitte zeigen, ist die Hypodermis in der Umgebung der Geschlechtsöffnung merklich höher, ihre Kerne sind größer und chromatinreicher (Fig. 35 *hp*). Rings um die Öffnung sieht man eine zierliche Rosette von blassen Drüsen (Fig. 24 *dr*), deren Inhalt an Querschnitten (Fig. 35 *ad*), wo sie fast vertikal in den Leibesraum hineinragen, ganz homogen erscheint; auch gelang mir niemals in denselben Kerne nachzuweisen. Mit diesen Drüsen strahlen auch gleichmäßig von der Geschlechtsöffnung nach allen Seiten feine Ausführungsgänge anderer Drüsen aus (Fig. 24), die aber erst mit den stärksten Vergrößerungen zu erkennen sind. Dieselben nehmen ihren Ursprung aus kleinen Drüsenzellen, welche büschelförmig den erwähnten Kanälchen aufsitzen (Fig. 20 *d*).

Das Antrum genitale stellt einen mächtigen Sack vor, welcher sich im Leben lebhaft zusammenzieht, stark angeschwollen ist, während in den Querschnitten er als eine von beiden Seiten zusammengedrückte Höhlung zwischen den Dotterstöcken und Darmschenkeln von der Bauchseite bis beinahe zur Rückenwand sich erstreckt (Fig. 50) und sich auf einer größeren Anzahl hinter einander folgender Schnitte wiederholt. Ich habe das Antrum in Fig. 24 u. 23 (*A*) nach dem Leben gezeichnet, um seine Veränderlichkeit in der Gestalt zu veranschaulichen. Seine Wandungen sind sehr dünn (Fig. 23, 35 *ep*) und erweisen sich als ein Epithel, dessen ebenfalls flache Kerne in ziemlich weiten

[1] Neuerdings hat mich SEKERA in einem Schreiben von seinen letzten Befunden benachrichtigt. Danach sind bei *B. alacris* zwei Hoden mit einem Paar Samenleiter vorhanden, welche letzteren in eine große Vesicula seminalis einmünden, und zwei Dotterstöcke münden getrennt von der vorderen Seite in das Antrum. Die Eierstöcke sind traubenförmig und im Antrum befindet sich das reife Ei. Diese Angaben weichen von meinen Erfahrungen sehr wesentlich ab und wird daher der Geschlechtsapparat von *B. alacris* revidirt werden müssen.

Abständen von einander gelagert sind. Nach außen sieht man im Leben zahlreiche, unregelmäßig auf der Oberfläche hinziehende und glänzende Muskelfasern, die man im Großen und Ganzen als Ringmuskeln bezeichnen kann, wenn sie auch nicht regelmäßig in Ringen angeordnet sind (Fig. 24 *m*).

Das Antrumepithel wimpert sehr lebhaft, außerdem scheint mir, dass die Antrumhöhle mit einer wasserklaren Flüssigkeit erfüllt ist. Will man sich aber von diesen Verhältnissen, sowie über den ganzen Geschlechtsapparat verlässlich überzeugen, so muss man die stärksten Vergrößerungen anwenden, um vornehmlich die Beziehungen einzelner Komponenten zu ermitteln.

Die weiblichen Geschlechtsorgane bestehen 1) aus den Keimstöcken, 2) Dotterstöcken und 3) dem Uterus.

1) Die Keimstöcke liegen auf der Bauchseite, zu beiden Seiten des Antrums. Im lebenden Zustande stellen sie halbkugelige Organe vor, die durch ihre glänzenden Keime und die scharfe Begrenzung aus dem umliegenden Parenchym sofort in die Augen fallen (Fig. 20, 24 *ks*). Man findet sie allerdings nur in jüngeren Thieren, während sie später, wenn sich das letzte Ei gebildet hat, spurlos zu Grunde gehen. Die Querschnitte zeigen, dass die Keimstöcke dem Hautmuskelschlauche dicht anliegen (Fig. 35 *ks*) und durch die intensiv sich färbenden Kerne mit Kernkörperchen auffallen. Diese sind epithelartig auf der Peripherie angeordnet, wodurch die oben erwähnte scharfe Umgrenzung erklärt wird.

Aus den Keimzellen bilden sich die Eier durch die Vergrößerung sowohl des Kernes als des Zellkörpers. Das sich bildende Ei befindet sich in der Keimdrüse, so dass die umliegenden Keimzellen wie ein Follikel dasselbe umgeben (Fig. 36 *a*). Es ist oval, hat einen feinkörnigen, im Leben hyalinen Inhalt, und einen runden Kern mit Kernkörperchen, welcher die Gestalt des Keimbläschens annimmt. Die Bildung der Eier findet auf dem inneren Pole der Keimdrüse statt; die gebildeten Eier aber bleiben hier nicht, sondern befinden sich außerhalb derselben zu einem Strange angeordnet (Fig. 20, 23, 24 *ov*), in welchem die Größe der Eier auf die Altersstufe derselben hinweist; das der Keimdrüse sich direkt anlegende ist das jüngste, das am äußersten Ende des Stranges befindliche ist das größte und älteste. Die Keimdrüse liegt aber nicht, wie bei den Rhabdocölen am terminalen Pole des Stranges, sondern auf der inneren Seite des jüngsten Eies (Fig. 20, 24).

Den Eierstrang kann man daher als einen selbständigen Abschnitt

auffassen, wo die Eier die vollständige Größe und Reife erlangen, um nachher in den Uterus einzutreten.

Nach der Resorption der Keimzellen findet man nur den Eierstrang und dann hat es den Anschein, als ob dieser die Keimdrüse vorstellt. In Fig. 23 habe ich einen solchen Eierstrang abgebildet, wo die Keimdrüse bereits nicht funktionirt. In der Regel findet man in dem Eierstrange fünf gebildete Eier, sehr selten habe ich nur vier, in einem Falle sechs (Fig. 36 *a—f*) gefunden. Der Eierstrang ist von einer zelligen Membran umhüllt, die im Leben, wenn die Eier vollständig entwickelt sind und rein kuglige Gestalt haben (Fig. 23), deutlich hervortritt und an Querschnitten durch spärliche aber intensiv sich färbende Kerne kenntlich ist (Fig. 36 *ep*). Verfolgt man nun dieselbe an Schnittserien, so ergiebt sich, dass sie höchst wahrscheinlich umgebildete Keimzellen vorstellt und auch auf die Eileiter übergeht.

Das Zellplasma der Eier ist im Leben hyalin, nur mit wenigen lichtbrechenden Körperchen vermischt, während es auf den gefärbten Präparaten als ein zierliches Gerüstwerk erscheint, in dessen Maschen die hyaline Substanz gelagert ist. In den großen runden Kernen ist das Plasma ganz farblos und glänzend im Leben, während es an konservirten Präparaten durch ein dichtes und gröberes Gerüstwerk sich auszeichnet, in welchem ein rundes intensiv sich färbendes Kernkörperchen mit einem Nucleolinus eingebettet ist (vgl. Fig. 36 *f*).

Die Eileiter Fig. 20, 23, 24 *od*) sind sehr kurz, durchsichtig und ziemlich dickwandig, indem das innere Epithel mit einer äußeren Ringmuskelschicht besetzt ist. Bei den Thieren, in welchen noch der Uterus und der Dottergang nicht entwickelt ist, sieht man, dass die Eileiter des rechten und linken Eierstranges in einander übergehen (Fig. 20), später entsteht ein gemeinschaftlicher Raum (Fig. 23, 24) am hinteren Rande des Antrums, in welchen zugleich die Dotterstöcke mit dem Uterus einmünden; diese sämmtlichen Gänge kommuniciren mit dem Antrum (Fig. 23, 24). Die Dotterstöcke der jungen Thiere sind in zwei Paaren angelegt, einem vorderen (präpharyngealen) und einem hinteren (postpharyngealen). Darüber kann man sich am verlässlichsten überzeugen, wenn man junge Thiere mit der Chromosmiumsäure behandelt; durch die Wirkung des Osmium werden die Dotterstöcke schwärzlich oder schwarz und erscheinen in der Anordnung, wie Fig. 12 veranschaulicht. Man sieht hier die langen vorderen und die etwas kürzeren hinteren Dotterstöcke.

Bei der fortschreitenden Geschlechtsreife verbinden sich die vorderen Anlagen mit den hinteren durch zarte Verbindungsäste, welche zu beiden Seiten des Pharynx und des Antrums hinziehen und

sich sowohl auf die Dorsal- als Ventralseite des Thieres erstrecken (Fig. 25 *dsd*). Indessen findet man an einzelnen Schnitten (Fig. 49 *ds*), dass die dorsalen Dotterstöcke mit den ventralen verschmelzen können. Sonst gehören die Dotterstöcke den Seitentheilen des Körpers an und werden nur durch die Darmlappen auf die Bauchfläche verdrängt (Fig. 48 *ds*); zwischen je zwei nach einander folgenden Lappen nehmen sie die beiden Seiten des Körpers ein (Fig. 47).

Im Leben erscheinen die Dotterstöcke als undurchsichtige graue und unregelmäßige Ausbuchtungen bildende Stränge, welche letztere durch die mächtigen seitlichen Anschwellungen der Dotterzellen entstehen. Dieser Gestalt nach dürfte man die Dotterstöcke von Bothrioplana nach der Eintheilung von v. Graff's in die Kategorie der sog. lappigen Dotterstöcke einreihen. An Querschnitten sieht man, dass die mächtig entfalteten Dotterstöcke an der Peripherie gegen das umliegende Körperparenchym durch eine bindegewebige, großkörnige Membran begrenzt werden (Fig. 25 *pt*, *pt'*, *pt''*), welche Hülle wahrscheinlich zu der Auffassung Anlass gab, dass die Dotterstöcke einen follikulären Bau aufwiesen. Die jüngsten, noch nicht differenzirten Dotterzellen sind auf der äußeren Fläche der Dotterstöcke epithelartig angeordnet (Fig. 47 *jd*). Wie auch schon Böhmig richtig hervorhebt, sind diese jungen Dotterzellen von den Spermatogonien kaum zu unterscheiden; bei Bothrioplana sind sie nur beträchtlich größer als die letzteren. Aus diesem Epithel erheben sich ältere keilförmige Zellen, deren Inhalt sich zu den Dotterkügelchen differenzirt. Die reifen Dotterzellen (Fig. 25 *dsd*) stellen wahrhaft kolossale Elemente vor, die insgesammt denselben Bau und Struktur besitzen. In einer klaren Grundsubstanz ziehen äußerst feine verästelte Balken eines Gerüstwerkes und in den Maschen derselben sind grobe, glänzende und im Pikrokarmin gelb gefärbte Dotterkügelchen eigebettet. Die großen (etwa 11 μ) Kerne liegen immer excentrisch und zeichnen sich durch ein ebenfalls excentrisch liegendes Kernkörperchen aus, welches von einer hyalinen Vacuole umgeben ist. Rings um diese Vacuole erstreckt sich das ziemlich intensiv sich färbende chromatische Netzwerk.

Über den Zusammenhang der Dotterstöcke mit den Eileitern, beziehungsweise mit dem Uterus und dem Antrum konnte ich lange, d. h. in den jüngeren Stadien, keine klare Einsicht gewinnen. Erst in den späteren Stadien bilden sich in der hinteren Körperregion zwei quer verlaufende Äste der Dotterstöcke, die in der Medianlinie, unmittelbar hinter dem Antrum, verschmelzen, und hier sieht man, dass sie von einer feinen Membran umhüllt sind. Aus dieser Membran besteht auch

der gemeinschaftliche, sehr kurze Dottergang (Fig. 23, 24 *vdt*), der in die Eileiter, gleichzeitig mit dem Uterus einmündet.

Als Uterus bezeichne ich einen sehr langen Blindsack, welcher auf der linken Seite der Bauchfläche hinzieht, und da er meist unter den Dotterstöcken verläuft, so ist er bisher von meinen Vorgängern übersehen worden. Ich habe ihn auch lange nicht entdecken können, da er sich wahrscheinlich erst sehr spät anlegt. Er entsteht auf der ventralen Fläche des Antrums, dort nämlich, wo die Dotterstöcke in die Eileiter einmünden. An dieser Stelle entsteht daher ein gemeinschaftlicher Raum, welcher einerseits mit dem Antrum kommunicirt, andererseits die beiden Eileiter, den Dottergang und den Uterus aufnimmt (Fig. 23).

Seinem Ursprung nach ist der Uterus wohl als eine Ausstülpung der Antrumswandung aufzufassen, indem seine Wandungen aus demselben platten und innerhalb lebhaft wimpernden Epithel und einer feinen Ringmuskulatur besteht, wie die Wandungen des Antrums. Mit dem erwähnten Raume kommunicirt der Uterus durch einen kurzen, stielförmigen Abschnitt, der sich bald sackartig erweitert, gegen sein blindes Ende aber allmählich sich verschmälert (Fig. 23 *ut*). Ich habe ihn nur in dieser Gestalt beobachtet, wobei er sich mächtig, wie der Uterus von Opistoma, kontrahirte und in seinem Inneren mit einer wasserklaren Flüssigkeit erfüllt war. Allen diesen Merkmalen zufolge entspricht die beschriebene Antrumsaussackung dem Eibehälter von Opistoma. Allerdings aber habe ich irgend ein Ei in demselben nicht gefunden, da ich meine Untersuchungen Ende Juni abgeschlossen habe. Nachher erfuhr ich von meinem Assistenten A. Mrázek, welcher Bothrioplana im August und September beobachtete, dass dieselbe mit einem runden röthlich braunen Kokon versehen war, welcher letztere etwa in der Mitte des Körpers, auf der Seite des Pharynx lag und fast die ganze Breite des Thieres einnahm. Nähere Beziehungen des Kokons zum Geschlechtsapparate konnte Mrázek nicht sicherstellen, mir scheint aber sicher zu sein, dass sich der Kokon nur in dem langen sackartigen Uterus befinden konnte. Die mit dem Kokon beladene Bothrioplana soll nach der Angabe Mrázek's sehr verkürzt und in der Körpermitte recht angeschwollen sein.

Drüsen der weiblichen Geschlechtsorgane. Als solche habe ich zweierlei Gebilde zu unterscheiden. Erstens die Drüsen, welche in der Umgebung der gemeinschaftlichen Öffnung der Geschlechtsdrüsen und des Uterus in das Antrum vertheilt sind. Sie sind von demselben histologischen Charakter, wie die Drüsen mit langen Ausführungsgängen in der Umgebung der Geschlechtsöffnung. Nur sind die

Ausführungsgänge der Drüsen an der inneren Mündung des Antrum viel länger und mit deutlicherem Lumen versehen als die ersteren. Ihr Inhalt ist eine bräunliche Flüssigkeit. Ich habe diese Ausführungsgänge in Fig. 20 und 24 *d* abgebildet.

Auffallender sind die Uterusdrüsen, die in einem Paare auf der inneren Wandung des Eibehälters angebracht sind und wahrscheinlich in ihn direkt einmünden. In Fig. 23 (*utd*) habe ich nur eine solche Drüse abgebildet.

Man sieht hier einen zelligen Strang, der mit seinem verengten Proximalende mit dem Uterus zusammenhängt, mit dem anderen verengten Ende fast bis zur Spitze des Uterus reicht. Er besteht aus 6—7 spindelförmigen Zellen mit klarem Plasma und großen, bläschenartigen Kernen mit central liegendem Kernkörperchen. Die Drüse ist nicht unähnlich einem MALPIGHI'schen Gefäße einiger Insekten oder selbst einem Eierstocke — so merkwürdig sind die sie zusammensetzenden Zellen.

Was die physiologische Funktion der Uterusdrüsen anbelangt, so möchte ich sie als Schalendrüsen auffassen, da es in den weiblichen Geschlechtsdrüsen keine anderen Gebilde giebt, welche die harte Kokonschale produciren würden.

Doch dürften erst künftige Untersuchungen diese meine Voraussetzung bestätigen.

Der männliche Geschlechtsapparat besteht aus einem Hodenpaare, zwei Samenleitern, einer Vesicula seminalis und dem Penis.

Die Hoden liegen dorsal zu beiden Seiten der Schlundtasche und zwar in dem ersten Drittel der Länge derselben (Fig. 20 *t*, 81 *t*). Sie stellen ziemlich kleine, runde und durchsichtige Körperchen vor, die von einer flachen kernführenden Membran umgeben sind (Fig. 38 *ep*). Bei der Betrachtung der jüngeren Hoden im Leben findet man in deren Innerem die meisten Bildungsstadien der Spermatozoen; die jüngeren derselben befinden sich auf der äußeren Wandung der Hoden angebracht (Fig. 24 *as*) und bilden eine sehr hohe Schicht der Spermabildungszellen, während der innere in die Samenleiter übergehende Theil der Hoden hohl ist (Fig. 24 *is*) und die fortgeschritteneren Bildungsstadien der Spermatozoen, selbst auch fertige Samenfäden enthält. Die Zellen der äußeren Schicht sind im Leben sehr blass und es ist unmöglich deren feinere Struktur zu ermitteln. Die im hohlen Theile der Hoden befindlichen Stadien zeigen zwar deutlicher ihren Bau, namentlich tritt der glänzende Chromatinfaden in ihnen sehr deutlich hervor, indessen vermochte ich mich nur an Schnittpräparaten

über einige Bildungsstadien der Spermatozoen verlässlicher zu überzeugen.

In Fig. 38 ist ein Theil des Schnittes durch die äußere Hodenhälfte eines völlig geschlechtsreifen Thieres abgebildet, in welcher der weit größere Theil der Samenbildungszellen sich in der Hodenhöhlung befindet und wo nur die jüngsten Stadien noch auf der Wandung des Hodens, deren abgeflachte Kerne (*ep*) nur spärlich vorhanden sind, epithelartig angeordnet erscheinen (*sg*). Es sind meist in einer Achse ausgezogene Zellen mit äußerst blassem feinkörnigem und nur an seinem Glanze erkennbaren Cytoplasma, in welchem ein großer, meist ovaler und intensiv sich färbender Kern liegt. Die Struktur des Kernes darf man als feinkörnig bezeichnen (Fig. 38 *sg*), obwohl in manchen günstigen Lagen man wahrnehmen kann, dass die »Körnchen« eigentlich fadenförmig sind. Es ist daher ein sehr dichtes Gerüst vorhanden, in welchem ein intensiv sich färbendes Kernkörperchen eingebettet ist.

In jüngeren Stadien findet man an Querschnitten diese Zellen in mehreren Schichten angeordnet. Wenn ich ihr Alter zu den späteren Bildungsstadien bestimmen soll, so möchte ich diese Zellen als Spermatogonien auffassen, indem sie bezüglich der Struktur am meisten mit den unter diesem Namen bekannten Stadien der Samenbildungszellen übereinstimmen.

Die Spermatogonien vergrößern sich sowohl im Zellkörper als im Kerne; das feine Netzgerüst in den Kernen verschwindet und es bildet sich anstatt dessen ein Knäuel (Fig. 38 *a*, *b*), bestehend aus dicken Chromatinfäden, welche in einer achromatischen Substanz eingebettet sind. Das früher so deutlich hervortretende Kernkörperchen ist nicht mehr zu finden (Fig. 38 *b*). Weiter konnte ich die sich zur Theilung anschickenden und tonnenförmige Spindeln bildenden Stadien häufig beobachten (Fig. 38 *c*, Fig. 41), aus welchen wohl die Spermatogemmen von je zwei Spermatocyten (Fig. 38 *d*, Fig. 41 *a*) entstehen. Ob sich diese Spermatocyten noch weiter theilen, kann ich nicht mit Sicherheit angeben, da ich dem Process der Spermabildung nur vorübergehende Aufmerksamkeit geschenkt habe; es ist mir aber wahrscheinlich, dass noch eine Theilung des letztangeführten Stadiums stattfindet. In der Kernspindel der Spermatogonien konnte ich nämlich, sofern sich die Objekte als günstig herausstellten, acht Chromatinschleifen zählen (Fig. 38 *c*, Fig. 41), während in den Spermatogemmen von je zwei Spermatocyten (Fig. 40) sich regelmäßig nur zwei Chromatinstäbchen finden. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass bei Bothrioplana Spermatogonien wenigstens zwei nach einander folgende Theilungen eingehen, bevor es zur Bildung der Spermatiden kommt. Dadurch würde sich die spärliche Menge der

Spermatozoen sowohl in dem Hoden als in der Vesicula seminalis, durch welche sich Bothrioplana auszeichnet, erklären. Sonst würde sich empfehlen die Spermatogenese eingehender zu untersuchen als ich dies vornehmen konnte. Namentlich handelt es sich hier um die Erklärung von sehr kleinen Zellen (Fig. 39), die ich in den Hoden von Bothrioplana regelmäßig finde, aber nicht zu erklären weiß, obwohl man sie leicht als Spermatiden betrachten könnte, wenn die cytoplasmatischen Elemente, an welchen die ersten Stadien der Bildung der eigentlichen Samenfäden (Fig. 41 *b*) sitzen, nicht größer wären, als die erwähnten Zellen, in deren runden Kernen, so viel ich bestimmt sicherstellen konnte, zwei bis drei Chromatinfäden in einer reichlichen achromatischen Substanz eingebettet sind.

Die jungen Samenfäden sind in Fig. 42—43 abgebildet und zeichnen sich durch reichliche chromatische Substanz aus, eben so wie die reifen, sichelförmigen, in der ganzen Länge gleichmäßig dicken Spermatozoen, die man zu einem Bündel vereinigt in der Vesicula seminalis findet (Fig. 37 *vs*).

Ich habe sowohl die in Bildung begriffenen als die reifen Samenfäden nur im konservirten Zustande untersucht und vermag nicht anzugeben in wie weit das Zellplasma den mächtigen chromatischen Centralfaden umhüllt. Ganz gewiss aber betheiligt sich das gesammte Cytoplasma einer Spermatide nicht an der Bildung eines Spermafaden, da die Überreste der Spermatiden in dem Hohlraume der Hoden zwischen den Spermatocyten sehr zahlreich vorhanden sind und als plasmatische kernlose Kugeln mit feinkörniger Substanz erscheinen.

Bei einer speciell hinsichtlich der Spermabildung angestellten Untersuchung über Bothrioplana dürfte sich zeigen, dass dieselbe höchstwahrscheinlich in derselben Weise vor sich geht, wie Böhmig bei den meisten Plagiostomiden sichergestellt hat, nur dass die Zahl der nach einander folgenden Theilungen der Spermatogonien sehr beschränkt ist.

Die Samenleiter sind ziemlich kurze und durchsichtige Kanälchen, deren Wand aus derselben Membran besteht, welche die Hoden umhüllt; nur sind die Zellen der Samenleiter in die Länge gestreckt, eben so wie deren intensiv sich färbenden Kerne (Fig. 37 *vd*). Je nach der Zahl der entwickelten Samenfäden pflegt der Anfangstheil, so wie der Endabschnitt der Samenleiter mehr oder weniger angeschwollen zu sein, und bildet im letzteren Falle die sogenannte falsche Samenblase (Fig. 24 *fvs*). In vielen Fällen habe ich auch gesehen, dass der Samenleiter nur auf der einen Seite vorhanden war, und dann bildet sich ebenfalls nur eine einzige falsche Samenblase (Fig. 23 *vs*); zugleich sieht man, dass der Hoden der anderen Seite sehr verkümmert

ist und überhaupt keine Samenfäden enthält; es kann aber der Samenleiter als ein stark reducirter Strang erscheinen. Schließlich habe ich in einem Falle gesehen, dass der Hoden nur auf der einen Seite der Schlundtasche entwickelt war.

Über das Verhalten der eigentlichen Vesicula seminalis war ich lange nicht im Klaren, da ich sie nicht in allen Fällen gefunden habe. In den meisten Fällen begegnet man den in Fig. 24 dargestellten Verhältnissen, so nämlich, dass die angeschwollenen mehr oder weniger genäherten Samenleiter direkt in die konische Penisscheide einmünden. Erst als ich auf die lebenden Thiere einen größeren Druck durch das Deckgläschen ausgeübt hatte, stülpte sich aus der Penisscheide in der Richtung gegen die Dorsalseite ein mehr oder weniger angeschwollener Kanal aus (Fig. 11 *vs*), in welchen von der Rückenseite die Samenleiter einmündeten (*df*), während er andererseits mit der sogenannten Penisscheide in Verbindung war. Es ist also die Samenblase.

Im lebenden Zustande unterscheiden sich die Wandungen der Samenblase einigermaßen von denen der Samenleiter, indem sie merklich dicker sind als die letzteren, ein wenig starr und inwendig mit äußerst feinen und sehr langen Flimmerhaaren ausgestattet (Fig. 11 *vs*). Aber an Schnitten vermochte ich keinen Unterschied von den Wandungen der Samenleiter wahrzunehmen (Fig. 37 *vs*), zumal ich die Vesicula stark mit Spermatozoenbündeln vollgepfropft fand.

Was die Anordnung der Spermatozoen in der Vesicula anbelangt, so habe ich oben schon angegeben, dass dieselben hier bündelartig vereinigt sind; es ist dies immer auffallend, zumal wenn man die knäuelartig gewundenen Samenfäden in den Samenblasen der übrigen Turbellarien berücksichtigt.

Der Penis ist höchst einfach gebaut, obwohl man sich an lebenden Thieren über dessen Bau und Verhalten zur Antrumswandung keine bestimmtere Einsicht verschaffen kann. Von unten betrachtet (Fig. 20 *p*), erscheint der Penis als ein kugliges oder ellipsoides Organ mit einer kreisförmigen, scharf umschriebenen Öffnung und einem äußeren Zellbeleg, in welchem die großen gekörnten Kerne hervortreten.

Von der Seite betrachtet, erscheint der Penis (Fig. 23, 24 *p*) als ein konisches Gebilde, welches mittels seines verengten Endes in die weite Höhle des Antrums hineinragt und an diesem Pole die oben erwähnte Öffnung trägt. Das erweiterte, schwach gewölbte Proximalende nimmt die falschen Samenblasen auf. Man sieht ferner, dass das Organ äußerlich mit einem großzelligen Epithel besetzt ist, dessen Elemente namentlich am oberen Ende in koncentrischen Kreisen angeordnet sind; unter dem äußeren Epithel ziehen dicht an einander

sich reihende Ringmuskelfasern. Die erwähnte Öffnung führt in einen Centralkanal des Penis. Zu beiden Seiten des verengten Penistheiles inserirt sich je ein Muskel (Fig. 23 *m*), der sich beim weiteren schiefen Verlaufe in zwei Schenkel zweigt, und durch diese wahrscheinlich auf der Rückenseite an den Hautmuskelschlauch sich ansetzt. Doch konnte ich über diesen letzteren Punkt sowohl an lebenden Thieren als an Querschnitten nicht ganz verlässlichen Aufschluss gewinnen. Sonst aber muss man die erwähnten Muskel als Retractores penis auffassen.

Die Einfachheit des Penis erklärt sich erst an Schnittserien; durch die Einwirkung der Konservirungsflüssigkeiten wird der Begattungsapparat, wie wir denselben im lebenden Zustande dargestellt haben, in der Weise gereizt, dass er sich in seiner ganzen Länge ausstülpt und in seiner definitiven Gestalt in die Antrumhöhle hineinragt (Fig. 37 *p*). In dieser Lage erkennt man auch seine Beziehungen zu den Antrumwandungen.

Es ist eine 0,009 mm lange spindelförmige Röhre, die sich sowohl am proximalen als distalen Ende allmählich verengt und in der Mitte angeschwollen erscheint. In dem oberen Theile der angeschwollenen Höhle befindet sich die Samenblase (*vs*), die weiter gegen die Rückenseite des Thieres die Samenleiter (*vd*) aufnimmt. Die angezogene Abbildung zeigt nun ferner, dass der Penis eine einfache röhrenförmige Einstülpung des Antrums vorstellt; man sieht nämlich, dass die Wandung des letzteren (*an*) in das etwas verdickte Epithel des Penis übergeht. Die Ringmuskelschicht, welche wir auf der Oberfläche des Antrums sichergestellt haben, wiederholt sich ebenfalls auf der inneren Fläche der Penisröhre, wo sie allerdings viel deutlicher und kontinuirlicher in der ganzen Länge erscheint (*rm*).

Die Verwandtschaftsbeziehungen von Bothrioplana.

Es ist selbstverständlich, dass ein durch so eigenthümliche Organisation sich auszeichnendes Süßwasserturbellar Gegenstand verschiedener Betrachtungen über seine systematische Stellung geworden ist. Bisher ist Bothrioplana allerdings keine bestimmte Stelle in der Klassifikation der Turbellarien angewiesen worden, da unsere Kenntnisse über ihre Organisation ziemlich unvollständig waren, somit konnten nur Vermuthungen über die vermeintliche Stelle ausgesprochen werden, welche Bothrioplana in der Klassifikation der Turbellarien einnehmen dürfte.

Braun hat Bothrioplana zu den Dendrocölen eingereiht, »da bei keiner Rhabdocöle ein Darm vorkommt, der in der Höhe des Schlundes

sich gabelig theilt«. »Gerade diese nicht zu leugnende und auf Beobachtungsfehler nicht zurückzuführende Theilung des Darmes bei unseren Brunnenplanarien bewegt mich, dieselben den Dendrocölen zuzurechnen; der gespaltene Darm würde allein zu dieser Einreihung genügen, wenn auch keine Formen bekannt wären, welche zwischen dieser hier und den typischen Dendrocölen, etwa Dendrocoelum lacteum Oerst., in Betreff des Darmkanales vermittelten.« Dazu kommt der Bau der Schlundtasche, welche dem entsprechenden Organ der Dendrocölen gleicht, sowie der Bau des Ovariums entsprechend dem Bau desselben Organs bei den Dendrocölen.

Nach der Auffassung BRAUN's nimmt Bothrioplana unter den Dendrocölen die niedrigste Stelle ein, weil sie eine ganze Anzahl Charaktere hat, welche an die Rhabdocölen erinnern: das ist einmal die Anordnung der Stäbchen in Packeten, die bei Dendrocölen nicht vorkommt; ferner die gering entwickelte Muskulatur, die man aber aus der geringen Körpergröße erklären kann; weiterhin zählt hierher BRAUN das Vorkommen des Wasserbechers und seine Lage in der Mitte des Körpers, welcher aber auch einer zweiten Dendrocöle, der *Cercyra hastata* O. Schm. (hier aber auf dem hinteren Körperende) zukommt.

Nach allen angeführten Merkmalen kommt BRAUN zum Resultate, dass Bothrioplana eine selbständige neue Dendrocölengattung vorstellt.

Auf Grund der von BRAUN mitgetheilten Angaben und nach der Besichtigung der Präparate des genannten Forschers kommt v. GRAFF in seinem großen Werke (p. 207 Anm.) zum Schlusse, dass es sich schwer entscheiden lässt, ob Bothrioplana thatsächlich eine niedrigste Tricladengattung vorstellt, oder zu den Alloiocölen (in die Subfamilie Allostomina) einzureihen ist. Er führt sie daher am Ende des erwähnten Werkes als »Genus incertae sedis« an.

Endlich spricht SEKERA seine Ansichten über die Verwandtschaft dieser Gattung aus. »Nach der Lebensweise und Nahrung, sowie nach dem äußeren Habitus erinnert Bothrioplana an Planarien, während der innere Bau, vornehmlich die Geschlechtsorgane, den Verhältnissen entsprechen, welche man bei einem Theile der alloiocölen Turbellarien kennt. SEKERA weist in dieser Beziehung auf die Gattung *Monocelis*, *Allostoma* und *Cylindrostoma* hin, welche sich durch Wimpergruben oder bewimperte Furchen und ein vierseitiges Gehirnganglion auszeichnen.«

Die Auffassung, dass Bothrioplana den Alloiocölen angehört, ist die einzig richtige. Fast sämmtliche Charaktere, welche v. GRAFF und BÖHMIG für diese Rhabdocölengruppe hervorheben, kann man an

Bothrioplana sicherstellen, außerdem aber zeichnet sich diese Gattung durch eine Reihe von Charakteren, welche einerseits auf die Rhabdocöliden, andererseits auf die Tricladen und die von du Plessis entdeckte Gattung *Otoplana* hinweisen.

Der Tribus der alloiocölen Turbellarien enthält nach der Eintheilung v. Graff's zwei Familien: Plagiostomidae und Monotidae; wir werden daher versuchen die Stelle ausfindig zu machen, welche Bothrioplana in einer derselben einnehmen sollte. Indem die Monotiden mit zwei Geschlechtsöffnungen und einer Bursa seminalis versehen sind, wogegen Bothrioplana des letztgenannten Organs entbehrt, so muss man ihre systematische Stelle in der Familie der Plagiostomiden suchen, obwohl sie andererseits mit den Monotiden darin übereinstimmt, dass sie, wie die letzteren, einen Pharynx plicatus und zahlreiche Stäbchenpackete in der Hypodermis enthält. v. Graff hat Bothrioplana wohl nur aus dem Grunde zu den Allostominen eingereiht, weil die Mündung des Pharynx nach hinten gerichtet ist, und weil die Geschlechtsöffnung im hinteren Körperende sich befindet. Sonst aber weichen sowohl die Plagiostomiden als Monotiden von Bothrioplana dadurch ab, dass bei den erstgenannten Familien follikuläre, neben und hinter dem Gehirnganglion vertheilte Hoden vorhanden sind, während Bothrioplana kompakte Hoden im Sinne v. Graff's besitzt, wodurch sie sich eher den Rhabdocölen nähert, eben so, wie durch eine Tunica propria, welche die Geschlechtsdrüsen von dem Körperparenchym scheidet. Der Pharynx plicatus kann wohl nur ausnahmsweise bei den Plagiostomiden (Böhmig) vorkommen, indem hier für die weitaus größte Anzahl der Gattungen der Pharynx variabilis charakteristisch ist.

Durch den so ausgesprochen verästelten Darm, den Pharynx plicatus und das Nervensystem, nähert sich Bothrioplana am meisten den Tricladen, indem einfache Seitenäste, wie Bothrioplana, auch *Microplana humicola* besitzt.

Wenn man daher sämmtliche angeführte Charaktere der Bothrioplana näher ins Auge fasst, so ergiebt sich, dass dieselben auf die nahe Verwandtschaft sowohl mit den Rhabdocölen als Tricladen hinweisen, in der Hauptsache aber meist mit den der Alloiocölen übereinstimmen. Da sie aber in dem letztgenannten Tribus weder zwischen den Plagiostomiden noch den Monotiden eine richtige Stelle findet, so wird es rathsam sein, eine selbständige Familie der Bothrioplanidae aufzustellen, deren Charaktere etwa die nachfolgenden sind:

1) Alloiocoela mit einem in drei Hauptäste verästelten Darm, von denen die hinteren, wie bei zahlreichen Tricladen, sich hinten zu einem einzigen Darmaste vereinigen (Verwandtschaft: Triclades).

2) Der vordere und hintere Ast des Darmes bilden seitliche paarige und einfache Ausbuchtungen (wie bei Microplana = Triclades).

3) Pharynx plicatus (Monotidae, Triclades).

4) Ein bis zwei Paar Riechgruben.

5) Nervensystem nach dem Typus der Tricladen gebaut.

6) Das Exkretionssystem nach dem Plane der Tricladen vertheilt und nach dem Typus der Rhabdocölen nach außen mündend.

7) Der Geschlechtsapparat in dem hinteren Körpertheile hinter dem Pharynx, mit einem großen Antrum, in welches von oben die paarigen, rückenständigen kompakten Hoden mittels zweier Samenleiter und einer Vesicula seminalis (ohne Vesicula granulorum) durch einen einfachen Penis einmünden. Der letztere erinnert an das gleich gebaute Organ der Plagiostomiden. Ein Paar Keimstöcke, ein Paar gelappte Dotterstöcke, ein Uterus. Die Geschlechtsdrüsen mit einer Tunica propria.

Mit Bothrioplana scheint nächst verwandt zu sein *Otoplana intermedia*, welche DU PLESSIS (3) bei Nizza entdeckte. Dieselbe ist 4 mm lang. entbehrt der Augen, besitzt dagegen eine Otocyste und ein Paar Riechgruben. An der Körperoberfläche findet man zahlreiche Tastborsten und Klebdrüsen. Das Gehirnganglion ist schildförmig. Die Geschlechtsorgane bestehen aus zwei zu beiden Seiten des Pharynx liegenden Keimstöcken, zwei Dotterstöcken, aus dem follikulären Hoden im vorderen Körpertheile und einem chitinigen Penis. In dieser Beziehung stimmt Otoplana mit Monotus, welcher aber mit zwei Geschlechtsöffnungen versehen ist, während Otoplana nur einen Porus genitalis besitzt und in dieser Hinsicht, sowie hinsichtlich der Gestalt und Struktur des Pharynx mit den Tricladen übereinstimmt. Auch hier besteht der Darm aus drei Ästen, von welchen der vordere und hintere mit einer größeren Anzahl unregelmäßig gabelig verzweigten Seitenzweigen versehen ist.

Nach diesen Charakteren reiht DU PLESSIS die genannte Gattung zu den marinen Tricladen ein, während dieselbe thatsächlich nur zu den Alloiocölen zu zählen ist, welchen sie auch P. HALLEZ zurechnet. Ich möchte sie vorläufig in die Familie der Bothrioplaniden einreihen.

Wenn daher die Tricladen mit Recht von den Alloiocölen abgeleitet werden, dürfte die von mir aufgestellte Familie der Bothrioplaniden auf die Grenze zwischen die Rhabdocöliden und Tricladen gestellt werden, so dass wir in den Alloiocölen nachfolgende drei Familien unterscheiden dürften:

1) *Plagiostomidae* ⟍
2) *Monotidae* ⟋ 3) *Bothrioplanidae*
|
Triclades.

VII. Zur Kenntnis der Dendrocölen Böhmens.

1. Über augenlose Planarien.

Unter den europäischen Süßwasserplanarien kennt man bisher zwei Arten, welche sich durch eine schneeweiße Farbe auszeichnen und gleichzeitig blind sind. Von diesen hat eine zuerst DUGÈS [1] in einem Exemplare gefunden und als *Planaria coeca* beschrieben. »Elle est allongée, tronquée, échancrée même en avant, obtuse en arrière, plate, mais moin mince que la précédente et de couleur blanche«. — »Elle différe de la bandelette (*vitta*) et de la lacteé par l'absence complète de points oculiformes et la disposition de l'arbre gastrique, du system circulatrice etc. Longueur 3 lig $^1/_2$. Largueur $^3/_4$ de lig.«

Für dieselbe Planarie hat später STIMPSON [2] auf Grund des Mangels an Augen eine selbständige Gattung *Anocelis coeca* kreirt und folgendermaßen definirt: »Corpus depressum, elongato ovale, saepe antice truncatum. Ocelli nulli. Fluviatiles.« Ob dieses Merkmal, die Blindheit, als ein Gattungscharakter zu betrachten ist, vermag man heute nicht zu entscheiden, aber die Anordnung des Exkretionsapparates, durch welchen sich Anocelis von allen Planarien bedeutend unterscheidet, berechtigt zu der Scheidung derselben aus dem Genus Planaria. In Böhmen [3] habe ich *Anocelis* in dem Polenzflusse bei Tetschen gefunden, seitdem aber diesen Fundort nicht besucht, um die Geschlechtsverhältnisse dieser Art zu ermitteln.

Die andere blinde Planarie ist unter dem Namen *Planaria cavatica* bekannt, unter welcher Bezeichnung dieselbe FRIES in die Wissenschaft eingeführt hat. Er hat sie in einem, die Falkensteiner Höhle durchfließenden Bache gefunden [4]. Sie ist 2 cm lang und erinnert bezüglich der Farbe, Gestalt und Bewegung an die *Planaria lactea.* Die weißliche Farbe ist blasser und der ganze Körper durchsichtiger.

[1] A. DUGÈS, Aperçus de quelques Observat. nouv. sur les Planaires etc. Ann. sc. nat. Tom. XXI. 1830. p. 72—90. Pl. II, Fig. 20.

[2] STIMPSON, Prodromus descript. anim. evertebr. etc. Proceed. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1857. I. p. 19—31.

[3] VEJDOVSKÝ, Exkreční apparát Planarií. Zprávy o zasedání král. spol. nauk. v Praze (Sitzungsber. kgl. böhm. Gesellsch. Wissensch. Prag). 1882. p. 273—280.

[4] S. FRIES, Mittheilungen aus dem Gebiete der Dunkelfauna. Zool. Anz. Nr. 24. 1879. p. 151—153.

Die Anordnung der Darmäste erinnert an die von *Pl. lactea*, von welcher sie sich lediglich durch den Mangel an Augen unterscheidet.

Dann wurde *Pl. cavatica* noch in einem Brunnen in Münden (Hannover) und nach der Mittheilung von MONIEZ[1] in einem Brunnen in Lille gefunden; von dem letztgenannten Fundorte waren die in Alkohol konservirten Exemplare nur 1 cm lang, ganz weiß und augenlos. Nachher berichtete ich[2], dass mir WRZEŚNIOWSKI aus Zakopane in Tatra drei Planarien geschickt, in welchen ich ebenfalls *Pl. cavatica* erkannt habe. An dem genannten Fundorte lebte sie mit Niphargus und Phreoryctes in einem Brunnen. Nach den Alkoholexemplaren hielt ich dafür, dass man diese Art zu der Gattung Dendrocoelum einreihen dürfte, was allerdings erst die Verhältnisse des Geschlechtsapparates entscheiden müssten; aber meine Exemplare waren noch nicht geschlechtlich entwickelt.

P. HALLEZ[3] trachtete diese Frage an den oben erwähnten Exemplaren aus dem Liller Brunnen zu entscheiden und berichtet über seine Befunde, die er durch die Schnittmethode dieser stark kontrahirten und verletzten Planarien gewonnen hat. Nach HALLEZ gehört sie zur Gattung Planaria.

Der Kopftheil soll nämlich der bei Dendrocoelum bekannten Charaktere entbehren, indem die Schnitte durch diese Körperregion an die bei der Gattung Planaria bekannten erinnern. Das Gehirn, die Eierstöcke und der Pharynx zeichnen sich durch keine bemerkenswerthen Merkmale aus. Die postpharyngeale, den Uterus und Penis enthaltende Region war verletzt. Dagegen fand HALLEZ, dass hier eine birnförmige »Bursa copulatrix« vorhanden war, welche mit einer kleineren Höhlung versehen war als die bei *Pl. torva* und *Dendrocoelum lacteum* bekannte. Die Histologie des Uterusausführungsganges zeigt auf die Verhältnisse von Planaria, während die Oviducte sich zu einem gemeinschaftlichen Kanal verbinden, welcher direkt in die Kloake und nicht an der Uterusbasis ausmündet.

HALLEZ postulirt für das Genus Dendrocoelum die charakteristische Sauggrube und nur nach diesem Charakter würde sich die genannte Gattung mit *D. lacteum* erhalten, bei welch' letzterer Art das genannte Organ recht deutlich auch im lebenden Zustande erscheint. Diese

[1] R. MONIEZ, Faune des eaux souterraines du département du Nord et en particulieur de la ville de Lille. Revue biologique du Nord de la France. Année 1886. p. 143—144.

[2] VEJDOVSKÝ, O novém rodu zemských planarií (Microplana humicola). Věstník spol. nauk v Praze 1889. Mit 6 Holzschnitten. — Note sur une nouvelle Planaire terrestre (Microplana humicola). Revue biologique du Nord de la France. 1890. Avec 2 pl.

[3] P. HALLEZ, Catalogue des Turbellariés du Nord de la France. Ibidem. 1890.

Sauggrube ist aber auch für *Pl. alpina* konstatirt worden und ich habe dieselbe ebenfalls an konservirten Exemplaren von *Pl. gonocephala* (Fig. 61 *sg*) als eine lange, schlitzartige Vertiefung am vorderen Körperende sicherstellen können. Da aber, wie man in Fig. 51 sieht, die Sauggrube bei *Pl. cavatica* im lebenden Zustande so deutlich hervortritt, wie bei keiner der letztgenannten zwei Arten, so müsste man *Pl. cavatica* selbst nach dem Postulate von Hallez in die Gattung *Dendrocoelum* einreihen, ebenfalls wie noch mit größerem Rechte die weiter unten angeführte *Pl. Mrazekii*.

Nach dem Vergleiche aber sämmtlicher Charaktere der beiden bisher anerkannten Gattungen muss ich mich gegen die Unterscheidung eines selbständigen Genus »Dendrocoelum« aussprechen und bis auf Weiteres dasselbe in die Gattung *Planaria* einreihen.

Für die nähere Kenntnis von *Pl. cavatica* sind genauere Untersuchungen sehr erwünscht und dürfte daher jede Mittheilung über deren Organisation willkommen sein. Ich habe einige Beobachtungen an zwei lebenden Exemplaren angestellt, die ich leider nicht konserviren konnte, um die Organisation auch auf Schnittserien zu verfolgen.

Pl. cavatica kommt auch in Böhmen vor. Als im Jahre 1890 verschiedene Versuche über die Qualität des Quellwassers aus dem Radotiner Thale bei Prag angestellt wurden, sind aus einer »ad hoc« verfertigten Pumpe am 2. April zwei Exemplare der in Rede stehenden Planarie mit einigen Niphargen und *Crangonyx subterraneus* ausgepumpt worden. Beide Exemplare waren gleich groß, 2 cm lang und 1½ mm breit in der mittleren Körperzone. Ein Exemplar war bedeutend verletzt, das andere bewegte sich lebhaft und saugte sich mit seiner Sauggrube an die Gefäßwandungen fest. In dem wenig durchsichtigen, rein weißen Körper konnte ich nur einige Organsysteme beobachten. Der Vorderrand des Körpers ist für *Pl. cavatica* sehr charakteristisch, indem die lappenförmigen Öhrchen der übrigen Planarien nicht zu beiden Seiten, sondern nach vorn gerichtet sind (vgl. Fig. 51). In der medianen Körperlinie des vorderen Körperrandes stülpt sich eine tiefe, lebhaft sich kontrahirende und wieder erweiternde Grube ein, die in der Ruhe um so auffallender ist, als sie von beiden Seiten mit größeren, stumpfen Läppchen begrenzt ist. In der Grube selbst befindet sich der bekannte Saugnapf.

Der übrige Körper erweitert sich in keiner Region, sondern ist gleichmäßig breit, und glatt, nicht gewellt, erst in dem hintersten Theile allmählich sich verengend. Durch die Körperwandungen kann man den verästelten Darm verfolgen, an dessen präpharyngealen Hauptstamme ich 11 Paar Seitenäste sichergestellt habe. Auch die

Äste zu beiden Seiten des Pharynx sind verzweigt, vereinigen sich weiter hinter der Geschlechtsregion zu einem gemeinschaftlichen hinteren Hauptstamme, welcher einige Paare stumpfe Lappen trägt.

In den Würmern aus Zakopane waren bloß die Hoden angelegt, während die Planarien aus Radotin auch mit Geschlechtsgängen versehen waren, die ich leider nicht genauer in ihren Lagebeziehungen und in histologischem Baue erkennen konnte. Ich fand einen langen ausgestülpten Penis, den vorderen Uterustheil und das drüsige muskulöse Organ, welches neuerdings HALLEZ grundlos als eine Bursa copulatrix auffasst.

Wenn ich daher über die Anatomie von *Pl. cavatica* nicht eingehender zu berichten vermag, versuche ich eine ausführlichere Beschreibung einer anderen einheimischen Art beizufügen, welche ebenfalls der Augen entbehrt und daher die dritte in Böhmen vorkommende blinde Planarie vorstellt. Sie lebt in den gewöhnlichen Bachwässern in der Umgebung von Přibram, wo sie zuerst von meinem Assistenten A. MRÁZEK gesammelt wurde; nach demselben benenne ich sie *Planaria Mrazekii* n. sp.

Es ist eine schöne, in den größten Exemplaren bis 24 mm haltende Planarie, in den weit meisten Fällen rein weiß, nicht selten auch schwach rosa oder violett; der vordere Körperrand kommt nicht bei allen Exemplaren in gleichen Gestaltverhältnissen vor. Die jungen Exemplare (Fig. 53) haben nur schwach entwickelte Seitenöhrchen und ein unbedeutendes Mittelläppchen. Bei den entwickelten Thieren sind die weit längeren Öhrchen gegen die Seiten gerichtet (Fig. 52) und dieser Körpertheil mit den erwähnten Organen und dem Mittelläppchen ist tief von dem nachfolgenden Körpertheile abgeschnürt. Die Seitenränder des Körpers üben wellenförmige Bewegungen aus wie bei *Pl. lactea*. Die gereizte *Pl. Mrazekii* zieht zuerst ihre Öhrchen ein, während das mittlere Läppchen aus einem tiefen Grübchen nach vorn ragt (Fig. 54); schließlich wird auch dieses eingezogen und der vordere Körperrand erscheint dann tief eingeschnitten (Fig. 55).

Die Sauggrube lässt sich in günstigen Fällen auch während der Ruhe der lebenden Thiere als eine unbedeutende Vertiefung auf der unteren Seite des Mittelläppchens wahrnehmen; deutlicher kenntlich ist dieselbe an konservirten Thieren als ein Längsspalt (Fig. 60 *sg*), welcher sich aber nie so tief einstülpt, wie bei *Pl. alpina*. Die Sauggrube von *Pl. Mrazekii* ist daher »latent«, wie sich HALLEZ ausdrückt, aber eben so latent ist die Sauggrube von *Pl. gonocephala* (Fig. 61 *sg*), indem sie in diesem letzteren Falle nur an konservirten Exemplaren und hier auch nicht immer als ein Längsspalt zum Vorschein kommt.

Aber das Vorhandensein des in Rede stehenden Organs bei *Pl. Mrazekii* verräth sich um so auffallender beim Kriechen des Thieres; dabei stülpt sich aus dem Grübchen ein kleines Scheibchen aus, mittels dessen sich das Thier an die Wasserobjekte festsaugt.

Bei der Beobachtung im lebenden Zustande ist vor Allem der verästelte Darm auffallend; der vordere Hauptstamm geht zu beiden Seiten des Pharynx in die lateralen Äste über, welche sich aber in der Geschlechtsregion wieder vereinigen und so entsteht der unpaare hintere Hauptstamm, welcher bis zum hinteren Körperende zieht. Das habe ich in sämmtlichen (einigen Hundert) Exemplaren ohne eine Ausnahme sichergestellt. Schon früher habe ich[1] dieselben Verhältnisse des unpaaren hinteren Darmastes bei *Anocelis coeca* und *Planaria vruticiana* als Charaktere dieser Arten hervorgehoben; dasselbe gilt nun auch für *Pl. cavatica* und *Pl. Mrazekii.*

Hallez[2] fand außerdem eigenthümliche Monstrositäten bei *Pl. lactea* und *punctata*, dass nämlich die hinteren zwei Darmäste, die bekanntlich normal getrennt verlaufen, ziemlich häufig sich hinter den Geschlechtsorganen nähern und bald durch eine oder zwei quere Anastomosen verschmelzen oder gänzlich verwachsen.

Es kann daher keinem Zweifel unterliegen, dass die bei *Planaria cavatica*, *Pl. Mrazekii*, *Vruticiana*, *Anocelis coeca* und schließlich bei *Planaria* (?) *Nausicae* Schm. sichergestellten Verhältnisse des Darmes als sekundär aufzufassen sind, während die getrennten hinteren Darmschenkel anderer Planarien ursprüngliche Zustände vorstellen.

Die Gestalt der Seitenzweige ist meist sehr charakteristisch; dieselben sind symmetrisch nach links und rechts vertheilt und nur recht selten vermag man eine unsymmetrische Verästelung des Hauptstammes zu statuiren, während Ijima und Chichkov für andere Arten angeben, dass eine symmetrische Vertheilung der Seitenzweige überhaupt nicht nachweisbar ist. Bei gut gefütterten Thieren habe ich meist die Form der Seitenzweige wenigstens im vorderen Abschnitte nach diesem Schema gebildet gefunden: Der Seitenzweig entsendet unmittelbar hinter seinem Ursprungsaste einen kleinen Auswuchs auf der vorderen Seite, weiter nach außen verzweigt er sich dichotomisch zu zwei Lappen, einen vorderen und einen hinteren, von denen jeder bald endständige stumpfe Läppchen bildet, oder sich noch sekundär dichotomisch verästelt. Diesem Schema entsprechen auch die Seitenäste zu beiden Seiten des Pharynx, einfacher sind nur die hintersten Seitenzweige. Die Darm-

[1] F. Vejdovský, Exkreční soustava Planarií. l. c.

[2] Hallez, Sur l'origine vraisablablement tératologique de deux espéces de Triclades. Compt. rend. 1892.

äste zu beiden Seiten des Pharynx sind auch auf der inneren Seite verästelt, doch entsprechen diese Verästelungen nur kurzen, stumpf abgerundeten Läppchen ohne jede weitere Verzweigung.

Was die Anzahl der Darmzweige anbelangt, so habe ich sichergestellt, dass bei den kürzeren Individuen eine kleinere, bei den längeren eine größere Zahl von Darmzweigen vorkommt; ich habe im Allgemeinen die Anzahl derselben meist folgendermaßen gefunden:

a) Kleinere (bis 2 cm lang) Individuen besaßen

am vorderen Darmabschnitte	11	Paar	Seitenzweige
auf den peripharyngealen Abschnitten	6	»	»
auf dem postpharyngealen Abschnitte	6	»	»
Zusammen	23	»	»

b) Größere (über 2 cm lange) Individuen besaßen

am vorderen Darmabschnitte	12	Paar	Seitenzweige
auf den peripharyngealen Abschnitten	7	»	»
auf dem postpharyngealen Stamme	7	»	»
Zusammen	26	»	»

Der größten Variation in der Anzahl der Seitenzweige unterliegt aber der hintere Hauptstamm, an dem ich nicht selten auch acht bis neun Paar Seitenzweige sichergestellt habe.

Was die Lage und Größe des Pharynx anbelangt, so stimmt unsere Planaria mit den übrigen, namentlich mit *Pl. lactea* überein; auch in der Anordnung der histologischen Elemente gleicht der Pharynx von *Pl. Mrazekii* dem von *Pl. lactea*, indem bei beiden Arten, die innere mehrschichtige Ring- und Längsmuskellage nicht getrennt nach einander folgen, sondern die beiden Schichten in der Weise alterniren, dass auf eine einfache Längsmuskelschicht eine einfache Lage von Ringmuskeln folgt, dann kommt wieder eine Längsmuskelschicht, danach eine Ringmuskelschicht etc., so dass man in dieser Weise sieben Schichten von Längsmuskeln und sieben mit den ersteren alternirenden Schichten von Ringmuskeln sicherstellen kann. Durch diese Anordnung unterscheiden sich die genannten zwei Arten von den übrigen, zu welchem Zwecke ich namentlich die auch von anderen Autoren beobachteten Arten, nämlich *Pl. alpina* und *Pl. gonocephala* verglichen habe.

Das Nervensystem von *Pl. Mrazekii* ist ähnlich dem von *Pl. lactea*, doch kann man dessen Verästelung wegen der Undurchsichtigkeit des Körpers im lebenden Zustande nicht so genau verfolgen; nur an Schnittserien begegnet man fast derselben Anordnung der Nervenäste und des Gehirnganglions wie bei *Pl. lactea*. Auch die Augennerven sind vor-

handen, doch konnte ich das sog. Ganglion opticum von *Pl. lactea* und der übrigen mit Augen versehenen Planarien nicht finden. Auch das Exkretionssystem scheint dem von *Pl. albissima* zu entsprechen. Es erübrigt nur noch die Geschlechtsorgane von *Pl. Mrazekii* zu besprechen, welche man leicht sowohl an lebenden Thieren als an konservirten Flächenpräparaten und Schnittserien ohne größere Schwierigkeiten zu ermitteln vermag.

Die Eierstöcke (Fig. 55) sind zwei voluminöse in je eine Kapsel eingeschlossene Drüsen, welche man schon mit bloßem Auge an den durchscheinenden Thieren wahrnehmen kann. Sie befinden sich im vorderen Körper zu beiden Seiten des Hauptdarmastes und zwar zwischen dem zweiten und dritten Darmzweige, während bei *Pl. lactea* die Ovarien nach der Angabe von IIJIMA in der Region zwischen dem vierten und fünften Paare der Seitenzweige liegen. Die völlig entwickelten Ovarien sind elliptisch, die jüngeren lappenförmig. Meist fand ich einen schlanken Lappen mit den jüngsten Eizellen, während die übrigen vier scharf begrenzten Lappen mit wachsenden und erwachsenen Eiern erfüllt waren. Ihr Protoplasma ist ganz durchsichtig, die Kernkörperchen liegen excentrisch in den großen Kernen. Die Eileiter weichen nicht von denselben Organen von *Pl. lactea*, sie vereinigen sich aber auf der rechten Seite des Antrums und münden so durch einen gemeinschaftlichen Ductus an der Basis des Uterus in das Antrum ein. Also in derselben Weise wie bei *Pl. lactea* (Fig. 58 *ovd*).

Die Hoden sind in der ganzen Körperlänge vertheilt und nach der Beobachtung der Dauerpräparate von der Fläche kann ich im Allgemeinen dafür halten, dass sie immer zwischen je zwei Darmzweigen sich befinden. Im vorderen Körpertheile finde ich sie zu beiden Seiten des medianen Darmastes, eben so wie zu beiden Seiten des Pharynx zwischen den Verästelungen der peripharyngealen Darmäste und schließlich zwischen den postpharyngealen Zweigen. Vorn findet man gewöhnlich nur je ein Paar zwischen den Darmzweigen, nicht selten aber kommen sie in größerer Anzahl vor und stellen lappige oder maulbeerförmige Gebilde vor. Die sog. Samenblasen sind mächtige dünnwandige Schläuche (Fig. 58 *vs*), welche wie bei *Pl. lactea* getrennt von einander in den Penissack einmünden. Der Penis hat dieselbe Gestalt wie bei der letztgenannten Art (Fig. 61 *pn*). Dasselbe gilt von dem Uterus (Fig. 58 *ut*), welcher aber mit einem weit längeren Ausführungsgang versehen ist und dadurch bis in die Region der Schlundtasche reicht. Die Uterushöhle ist mit seitlichen Lappen versehen, die bald paarig und gleich groß, bald asymmetrisch zu beiden Seiten und verschieden groß sich erstrecken.

Das von den älteren Autoren als »räthselhafte Drüse« (Fig. 58 *ad*) und neuerdings von HALLEZ als »bursa copulatrix« bezeichnete Organ hat dieselbe Lage und Gestalt wie bei *Pl. lactea.* Es ist schwierig anzunehmen, dass man es hier mit einem gleich funktionirenden, wenn auch homologen Organe, wie die Bursa copulatrix der Rhabdocölen, es zu thun hat. Zunächst spricht gegen eine solche Auffassung der vorherrschende solide obere Drüsenabschnitt, welcher bei der Bursa copulatrix die Hauptrolle spielen sollte. Ferner spricht der kurze und enge Ausführungsgang der Drüse keinesfalls für diese Funktion.

Schließlich ist das äußere Ende des Organs zugespitzt, welcher Umstand die Ausstülpung desselben erleichtert. An meinen Präparaten sehe ich nämlich das in Rede stehende Organ meist ausgestülpt, eben so wie den Penis.

Nach der Darstellung der Organisation von *Pl. Mrazekii* kann man kaum in Zweifel ziehen, dass dieselbe mit der gewöhnlichen *Pl. lactea* nächstverwandt ist, von welcher sie sich durch den Mangel von Augen, durch die weniger entwickelte Sauggrube, durch die Lage der großen Eierstöcke und die größere Zahl der Hoden, eben so wie durch den langgestielten Uterus unterscheidet. Es ist sehr wahrscheinlich, dass *Pl. Mrazekii* einen direkten Nachkömmling von *Pl. lactea* vorstellt, es ist aber recht schwierig anzugeben, welche Faktoren hier auf den Verlust der Sehorgane einwirkten, zumal unsere neue Art in ganz denselben biologischen Verhältnissen in den gewöhnlichen Wässern lebt, wie *Pl. lactea.* Dasselbe gilt von der augenlosen und ebenfalls in gewöhnlichem Flusswasser lebenden *Anocelis coeca.*

Auf der anderen Seite wird man jetzt nicht mehr bezweifeln können dass *Planaria cavatica* nächstverwandt ist mit *Pl. Mrazekii* und *Pl. lactea.* Die letztere Art ist wohl die verbreitetste.

2. Revision der bisher in Böhmen beobachteten Tricladen.

Im Jahre 1891 veröffentlichte ich die erste Übersicht der in Böhmen bis dahin beobachteten Dendrocölen. Seit der Zeit kamen einige neue Formen zum Vorschein, so dass es zweckmäßig ist dieselben von Neuem zu revidiren. Nach der Klassifikation, welche mir für praktische Unterscheidung der Tricladen sehr nützlich erscheint, theilt man dieselben nach HALLEZ in drei Gruppen, nämlich:

I. Tribus: Maricola,
II. » Paludicola,
III. » Terricola.

I. Tribus Paludicola.

Süßwasserformen, deren Darmäste stark verästelt sind. Der Körper flach. Uterus zwischen dem Penis und Pharynx, der Uterusgang auf der Rückenseite verlaufend. Von dieser Gruppe sind in unserer Fauna nachfolgende Gattungen vertreten: 1) *Anocelis*, 2) *Planaria*, 3) *Polycelis*. Die alte Gattung Dendrocölum, welche Hallez aufrecht zu erhalten trachtet, welche aber nach dem Obigen nicht begründet ist, reihe ich in die Gattung Planaria.

A. Weiße oder weißliche Arten.

a. *Augenlose.*

α. Ohne Öhrchen.

Gen. I. **Anocelis** Stimpson.

1. An. coeca (Syn. Planaria coeca Dugés 1830).

In Böhmen: Polenzfluss bei Teschen. Geschlechtsorgane unbekannt.

β. Mit Öhrchen.

Gen. II. **Planaria** O. F. Müller.

2. Pl. cavatica Fries 1879.

Mit nach vorn gerichteten Öhrchen und größeren Lappen zu beiden Seiten der Sauggrube. Geschlechtsorgane wie bei Pl. lactea. In Böhmen: Unterirdische Wässer in Radotin bei Prag.

3. Pl. Mrazekii Vejd.

Mit seitlichen Öhrchen. Geschlechtsorgane nach dem Typus von Pl. lactea gebaut. In den Bächen bei Příbram in Böhmen.

b. *Mit zwei Augen.*

α. Die Augen weit von einander entfernt.

α'. *Mit ausstülpbarem Drüsenorgan* (Bursa copulatrix Hallez).

4. Pl. lactea Müller 1776.

(Dendrocoelum lacteum Oersted.) Überall in Böhmen verbreitet.

β'. *Ohne ausstülpbares Drüsenorgan.*

5. Pl. albissima Vejd. 1882.

Bis zum heutigen Tage von mehreren Fundorten in Böhmen bekannt. Zuerst habe ich sie in den großen Quellen von Kropáčova Vrutice gefunden, wo sie aber heute — wahrscheinlich durch Planaria lactea — ausgerottet ist. Nachher hat sie Sekera bei Hlinsko zu Tausenden in einer kleinen Waldpfütze gefunden. Im vorigen Jahre hat diese Art Mrázek bei Příbram, Kolín und Chotěboř gesammelt. Es ist dies die kleinste Wasserplanarie von kaum 10 mm Länge. Sekera hat sie eingehend beschrieben und nachgewiesen, dass sie des muskulösen Drüsenorgans entbehrt, was ich aus eigener Beobachtung bestätigen

kann (vgl. SEKERA, Příspěvky ku známostem o turbellariích sladkovodních. Sitzungsber. kgl. böhm. Gesellsch. Wissensch. Prag 1888. V. Anatomie a histologie Planarie běloskvoucí (Pl. albissima).

β. Die Augen der medialen Rückenlinie sehr genähert.

6. Planaria vitta Dugès 1830.

Diese schöne Art, welche ich in Fig. 56 nach der Theilung abbilde, scheint selten zu sein, da sie meist nur im Schlamme lebt und selten auf den Wasserobjekten umherkriecht, was in der Gefangenschaft nur dann geschieht, wenn sie der Nahrung im Schlamme entbehrt. Dann kriecht sie auf den Wasserobjekten herum und ist auffallend durch ihre rein weiße Farbe und glatte, nicht gewellte Umrisse. Sie erreicht 10—15 mm, entbehrt der Öhrchen und die vorderen Körperecken sind abgerundet. Die sehr kleinen Augen sind in der Mittellinie des Rückens einander genähert, wodurch sie gleich auffallend ist. In der Gefangenschaft vermehrt sie sich durch Theilung, doch habe ich die näheren Vorgänge derselben wegen Mangel an zahlreicherem Materiale nicht verfolgen können. Von den Geschlechtsorganen habe ich mir vor Jahren eine Skizze hergestellt, die mir leider verloren gegangen ist.

Planaria vitta ist nur einmal von DUGÈS (1830) in einem Exemplare in Frankreich gefunden worden, welcher bemerkt, »qu'elle a sans doute été souvent confondue avec la lactée, quoique toujours bien plus petite et plus étroite; elle diffère de la lactée par ses deux points oculiformes fort reculés et fort rapprochés l'un de l'autre, par l'absence des angles ou sub-auricules de la tête«.

Aus welchem Grunde *Pl. vitta* von GIRARD, STIMPSON, DIESING und HALLEZ zur Gattung Dendrocoelum eingereiht wurde, vermag ich nicht zu entscheiden.

In Böhmen habe ich diese Art hin und wieder gefunden, immer aber erst in den Gefäßen, in denen ich den Schlamm der betreffenden Wässer aufbewahrt habe. So kenne ich *Pl. vitta* aus der Moldau bei Prag, aus den Elbetümpeln bei Elbekosteletz und aus einem Bache bei Chotěboř, wo sie von MRÁZEK gesammelt wurde.

B. Dunkel (braun oder schwarz) gefärbte Arten.

a. Mit zwei dicht einander genäherten Augen.

α. Mit normaler Penisscheide.

αα. Ohne ausstülpbares Drüsenorgan.

+ Der Vorderkörper scharf zugespitzt, mit Seitenöhrchen.

7. Planaria gonocephala Dugès 1830.

Syn. Planaria aurita Kennel 1889.

Es ist dies in den Bach- und Quellwässern von Mittelböhmen die

gewöhnlichste Planarie. Nebstdem habe ich sie auch im Böhmerwalde in einer Quelle am Spitzberge gesammelt.

In der nächsten Umgebung von Prag lebt Pl. gonocephala bei Chuchle, Závist und Roztok. — Vor einigen Jahren beschrieb v. Kennel eine *Pl. aurita*, die wohl nichts Anderes als Pl. gonocephala vorstellt. Zwar giebt der Verfasser an, dass diese Art von lichter Färbung ist, indessen hat er auch braune und dunkel gefärbte Exemplare, wie sie in Mitteleuropa vorkommen, beobachtet. Die Gestalt des Penis, wie sie v. Kennel von »Pl. aurita« abbildet stimmt mit der desselben Apparates von Pl. gonocephala überein. Daher muss man Pl. aurita als synonym der europäischen Pl. gonocephala anführen.

++ Der Vorderkörper abgerundet oder unbedeutend zugespitzt.

8) Planaria polychroa O. Schmidt 1862.

In Böhmen ziemlich selten vorkommend. Bei Prag in den Gräben unterhalb der früheren Stadtmauern, wird aber in der nächsten Zukunft ausgerottet werden. Von Sekera bei Hlinsko gefunden. Hallez meint, dass diese Art theilweise als Pl. torva von Müller betrachtet wurde.

$\beta\beta$) *Mit ausstülpbarem Drüsenorgan.*

9) Planaria torva M. Schultze 1852.

In den südböhmischen Teichen, in der Elbe und Moldau.

In die Verwandtschaft der letzt angeführten zwei Arten wird man

10) Planaria Vruticiana Vejdovský 1882

einreihen müssen, welche ich vor Jahren im ungeschlechtlichen Zustande in großer Menge in den großen Quellen bei Kropáčova Vrutice entdeckt habe. Ihre Beschreibung und Abbildung befindet sich in meinem Aufsatze »Exkreční soustava Planarií«. Nach demselben entbehrt Pl. Vruticiana der Öhrchen, das Vorderende ist in ein schwaches Centralläppchen verlängert, welches sich aber beim Kriechen in einen langen Fortsatz erweitern kann. Die peripharyngealen Darmäste vereinigen sich hinter dem Pharynx zu einem einzigen unpaaren Darmast. Das Exkretionssystem nur im vorderen Körpertheile vorhanden. In geschlechtslosem Zustande beobachtet. — Um die nähere Verwandtschaft der in Rede stehenden Art sicherzustellen, namentlich um ihre Geschlechtsverhältnisse kennen zu lernen, besuchte ich im vorigen Jahre die erwähnten Quellwässer in und bei Kropáčova Vrutice, doch habe ich keine Spur derselben gefunden. Früher lebten hier gemischt und in großer Anzahl Pl. lactea, Pl. albissima, Pl. alpina, Pl. gonocephala und Pl. vruticiana. Jetzt trifft man hier in den zwei oberen Quellen nur Pl. lactea, in dem unteren (dem sog. Klokoč) nur Pl. alpina. Ob die

übrigen Arten durch die seither vorgenommenen Adaptations-Arbeiten der Quellstätten zu Grunde gingen, oder ob sie von den hier zahlreich gehaltenen Enten und Gänsen ausgerottet worden, oder schließlich, ob sie von der zurückgebliebenen *Pl. lactea* verdrängt wurden, vermag ich nicht anzugeben. Ein gewiss seltsames Bild der Ausrottung der niederen Thierwelt.

β. Die Penisscheide mit einer mächtigen Umhüllung von chitinösen Leisten.

11. Planaria alpina Dana.

Syn. Planaria subtentaculata Vejdovský 1890. Planaria montana Chichkov 1892.

Diese Art habe ich in meiner früheren Übersicht aus einer großen Anzahl von Fundorten Böhmens als *Pl. subtentaculata* angeführt. In Böhmen ist *Pl. alpina* eben so zahlreich in der Ebene als in den Gebirgen (Böhmerwald, Spitzberg) verbreitet; in der nächsten Umgebung von Prag bei Chuchle in den oberen Theilen unterhalb der Quelle, während die weiter gegen die Moldau gelegene Einmündungsstrecke von Pl. gonocephala eingenommen wird. Im Mittelgebirge gemein.

b. *Mit zahlreichen Augen, welche bogenförmig am vorderen Rande und den Seitentheilen des Körpers vertheilt sind.*

3. Gattung **Polycelis** Ehrbg.

12. Polycelis nigra Ehrbg. 1831.

In Mittelböhmen sehr verbreitet.

13. Polycelis cornuta Johnson 1822.

Syn. P. viganensis Vejdovský 1890.

Lebt bei uns nur im Böhmerwalde unterhalb des Schwarzsees, in dem Bache am Panzer etc. Im Mittelgebirge fehlt sie gänzlich.

II. Tribus Terricola Hallez.

Landbewohnende Tricladen mit einfach gelappten Seitenzweigen am Darme; die ventrale Muskulatur sehr entwickelt. In Böhmen zwei Gattungen mit 2 Arten vorkommend.

4. Gattung **Microplana** Vejdovský 1890.

14. Microplana humicola Vejd.

Bisher nur in Bechlin bei Raudnic gefunden. Seit der Zeit der Entdeckung dieses interessanten Turbellars war ich in jedem Jahre bemüht einige Exemplare desselben zu finden. Trotzdem ich nun in meinem Garten zu wiederholten Malen neue Komposthaufen anlegen ließ, gelang es mir niemals auch nur ein Individuum zu finden. In dem früheren Komposte, wo Microplana vorkam, befand sich auch der Schlamm aus einem Teiche und wahrscheinlich mit diesem kam Microplana in

den Kompost. Allerdings aber müsste sie nur in der feuchten Erde am Ufer des Teiches leben, indem sie im Wasser selbst zu Grunde geht.

15. Rhynchodemus terrestris Leidy 1851.

Erst vor Kurzem ist diese Landplanarie auch in Böhmen entdeckt worden, nämlich in dem Thale Jarov bei Zbraslav (Königsaal), wo sie mit vielen hygrophilen Landthieren zusammen lebt. In diesem interessanten Fundorte ist auch *Prorhynchus hygrophilus* Vejd. und *Arion Vejdovskyi* Babor et Košťál gefunden worden[1].

Prag, im Januar 1895.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VIII.

Bothrioplana bohemica.

Fig. 1. Schwimmendes und ausgehungertes Thier, mäßig vergrößert, von der Rückenseite betrachtet. *wg*, Wimpergrübchen; *g*, Gehirnganglion; *ds*, Dotterstöcke; *d*, Darmlappen; *ph*, Pharynx; *t*, Hoden; *n*, Nahrung.

Fig. 2. Vorderkörper des Thieres mit zwei Wimpergrübchen.

Fig. 3. Vorderkörper des Thieres mit vier Wimpergrübchen, von der Bauchseite aus betrachtet, um die Anordnung der Hautdrüsen (*hd*) zu veranschaulichen.

Fig. 4. Theil des Vorderendes stark vergrößert, von der Rückenseite, um die Anordnung der Stäbchenpackete (*pr*) in dem Umkreise des dorsalen Grübchen (*kp*), ferner die langen Wimpergeißeln in den Riechgrübchen (*wg*), die kleinen Hautstäbchen (*kr*) und die starren Sinnesborsten (*zg*) zu veranschaulichen.

Fig. 5. Ein Sinnesborstenpinsel, stark vergrößert.

Fig. 6. Rückengrübchen in *a* offen, in *b*—*c* allmählich sich zusammenziehend, in *d* geschlossen.

Fig. 7. Theil der Hypodermis von der Oberfläche betrachtet, mit den hyalinen Drüsen (*hd*) und Stäbchenpacketen (*pr*); *p*, Porus der Drüsen in der Cuticula; *hp*, Hals der Drüse in der Hypodermis; *d*, Körper der Drüse im Parenchym.

Fig. 8. Hyaline Drüsen in der Profillage. *p*, erweiterter Porus; *ex*, homogenes Exkretionskügelchen; *ex'*, Zerfall derselben in kleinere Kügelchen.

Fig. 9. Veränderung des hyalinen Inhaltes der Exkretionskügelchen zu einem feinkörnigen Inhalte.

Fig. 10. Struktur der Stäbchen.

Fig. 11. Theil des männlichen Geschlechtsapparates. *df*, Samenleiter; *vs*, Samenblase; *ej*, Zellen des Kopulationsorgans.

Fig. 12. Bothrioplana nach der Behandlung mit Chrom-Osmium-Essigsäure, um die getrennten Anlagen der Dotterstöcke zu veranschaulichen.

Fig. 13. Halbschematische Darstellung des Exkretionsapparates. Die Abbildung ist nur so weit schematisch, als auch die Wimperflammen (*a*—*f*) der Rückenseite eingetragen sind. Sonst entspricht der Verlauf und die Anordnung der Haupt-

[1] Vgl. J. Babor a K. Písařovic, Rhynchodemus terrestris v Čechách. Věstník král. spol. nauk v Praze 1892.

und Seitenkanäle dem natürlichen Sachverhalte. *exa*, vorderer Exkretionsporus; *exp*, hinterer Exkretionsporus; *aed*, vorderer Exkretionsschlauch, welcher die zwei ventralen (*c*) und zwei dorsalen (*d*) Verbindungskanäle aufnimmt; *va*, ventraler Theil des Hauptkanals, welcher nach hinten sich zu einem Längsnetze (*vkn*) verästelt; *x*, Anheftungsästchen der Längskanäle an die Hypodermis, *1*—*5* ventrale Seitenästchen mit Wimperflammen, *m* Seitenästchen am Gehirnganglion; *hkn*, hinteres Längsnetz; aus dem vorderen und hinteren Längsnetze entspringen die Ausfuhrkanäle *v* und *h*, die sich zu einem Endkanale vereinigen; *rt*, feines Kapillarennetz.

Tafel IX.

Fig. 14. Stäbchenpackete mit Stäbchenstraßen.

Fig. 15. Hypodermis (*hp*), Längsmuskelschicht (*lm*) und Darmwand (*d*).

Fig. 16. Längsschnitt durch die Hypodermis (*hp*), Ringmuskelschicht (*rm*), Längsmuskelschicht (*lm*) und Parenchym (*pn*).

Fig. 17. Theil des Querschnittes durch den Pharynx. *ie*, inneres Epithel; *irm*, innere, *erm*, äußere Ringmuskelschicht; *ilm*, innere, *elm*, äußere Längsmuskelschicht; *rm*, Radialmuskel; *phd*, Ausführungsgänge der Speicheldrüsen.

Fig. 18. Speicheldrüsen, stark vergrößert.

Fig. 19. Pharynx mit Speicheldrüsen (*spd*) nach dem Leben gezeichnet. *n*, Längsnerven; *ncm*, Querkommissur; *nfn*, hinteres Nephridialnetz; *eamp*, Exkretionsampulle.

Fig. 20. Lage der Geschlechtsorgane. *po*, Porus genitalis; *p*, Kopulationsorgan; *ks*, Keimstöcke; *ov*, gebildete Eier; *od*, Eileiter; *t*, Hoden; *d*, Drüsen im Umkreise der Geschlechtsöffnung; *ph*, Pharynx; *aspd*, Ausführungsgänge der Speicheldrüsen; *nf*, Nephridialkanäle mit Wimperflammen und Exkretionsknäueln (*kn*).

Fig. 21. Hypodermiszellen von der Oberfläche, nach dem Leben gezeichnet. *h*, hyaline Räume innerhalb des körnigen Protoplasma.

Fig. 22. Eine Partie der Hypodermis von der Oberfläche nach einem mit Chrom-Osmium-Essigsäure behandelten und in Pikrokarmin gefärbten Präparate.

Fig. 23. Geschlechtsorgane mit sämmtlichen Komponenten. *vs*, Anschwellung des Samenleiters; *p*, Kopulationsorgan; *a*, Antrum; *vtd*, Vitelloduct; *od*, Eileiter; *ov*, entwickelte Eier; *ut*, Uterus; *utd*, Uterusdrüsen; *ep*, Epithel des Antrums; *nf*, Nephridialkanälchen.

Tafel X.

Fig. 24. Geschlechtsorgane mit anders sich gestaltender Antrumhöhle (*a*). *po*, Porus genitalis; *dr*, dessen Drüsen; *m*, Muskulatur des Antrums; *p*, Kopulationsorgan; *fvs*, Anschwellung des Samenleiters; *t*, Hoden; *as*, Spermatogonienschicht; *is*, Spermatocyten; *d*, Drüsengänge; *od*, Eileiter; *ks*, Keimstock; *ov*, reife Eier.

Fig. 25. Querschnitt durch die Mitte des Körpers. *hp*, Hypodermis; *lm*, Längsmuskelschicht; *vn*, ventrale Nervenstränge; *ph*, Pharynx; *pht*, Pharyngealtasche; *pm*, zellige Schicht einer geräumigen Höhle, in welcher die Pharynxtasche sich erstreckt; *d*, Darm; *dsd*, dorsale Dotterstöcke; *dsv*, ventrale Dotterstöcke; *pt*, *pt'*, *pt''*, Umhüllungsmembran der Dotterstöcke; *pz*, Parenchymzellen; *bd*, Querschnitt einer Speicheldrüse.

Fig. 26. Halbschematische Darstellung der Nervenverzweigung in dem vorderen Körpertheile. *nfe*, vorderer Nephridialschlauch; *rgl*, vorderes Riechgrübchen von der Oberfläche; *rg*, hinteres Riechgrübchen im optischen Längsschnitte;

rn[1], *rn*[2], Riechnerven; *vpn*, vordere Nerven; *dn*, Dorsalnerven; *vn*, ventrale Nervenstränge, durch die Kommissuren *c* und *c'* verbunden; *g*, Gehirnganglion.

Fig. 27. Hauptlängsschnitt durch den vorderen Körpertheil mit dem Gehirnganglion. *dm*, dorsoventrale Muskeln; *pn*, vorderer Nerv; *ogz*, obere Ganglienzellen; *ugz*, untere Ganglienzellen; *hgz*, hintere Ganglienzellen; *nl*, *nl'*, Kerne der Neurilemm-Membran; *dn*, Dorsalnerv.

Fig. 28. Riechgrübchen nach dem Leben (hom. Immersion). *p*, äußere Öffnung mit Geißeln; *gf*, Fortsätze der Ganglienzellen *rgl*; *rn*, Riechnerv.

Fig. 29. Ein wenig ausgestülptes Riechgrübchen; *hp*, Hypodermiszellen in der Umgebung des Riechporus; *fl*, hyaline Flüssigkeit innerhalb des Riechganglions.

Fig. 30. Riechgrübchen nach einem etwas schrägen Schnitte. *rgl*, Ganglienzellen.

Fig. 31. Riechgrübchen im optischen Längsschnitte. *hp*, eingestülpte Hypodermis; *rs*, innere Höhlung des Organs; *rgl*, Riechganglion.

Fig. 32. Dessgleichen, etwas zusammengezogen. Bezeichnung wie in Fig. 31.

Fig. 33. Pharynx mit seiner Tasche im Hauptlängsschnitte. *ap*, äußeres, *ip*, inneres Parenchym; *t*, Hoden.

Fig. 34. Oberer Theil des Pharynxmundes. *aep*, äußeres, *iep*, inneres Epithel; *alm*, äußere, *ilm*, innere Längsmuskelschicht; *arm*, äußere, *irm*, innere Ringmuskelschicht; * bezeichnet die Stelle, wo der sog. Schichtenwechsel stattfindet.

Fig. 35. Längsschnitt durch die Antrumhöhlung. *ep*, Epithel; *m*, Muskelfaser; *ad*, Antrumdrüse; *hp*, Hypodermis.

Fig. 36. Längsschnitt durch den Keimstock (*ks*) mit den sich bildenden Eiern *a*, *b*, *c* und reifen Eiern *d*—*f*.

Fig. 37. Kopulationsorgan im ausgestreckten Zustande. *vd*, Samenleiter; *vs*, Samenblase; *p*, Epithel; *rm*, Ringmuskelschicht; *an*, Antrumepithel.

Fig. 38. Querschnitt durch den Hoden. *ep*, äußeres Epithel; *sg*, Spermatogonien; *a*, *b*, *c*, zur ersten Theilung sich anschickende Spermatogonien; *d*, getheilte Spermatogonien.

Fig. 39. Kleine Zellen im Hoden mit zwei Chromosomen.

Fig. 40. Getheilte Spermatogonie.

Fig. 41. Dessgleichen (*a*) und die sich bildenden Spermatozoen (*b*).

Fig. 42 u. 43. Weiter gebildete Spermatozoen.

Fig. 44. Spindel der Spermatogonien mit acht Chromosomen.

Fig. 45—50. Sechs Querschnitte aus verschiedenen Körperregionen von Bothrioplana. Fig. 45, Querschnitt durch die Mitte des Gehirnganglions; Fig. 46, durch den hinteren Theil des Gehirnganglions (*pn*, periphere Nerven); Fig. 47, durch den vorderen Theil des Magendarmes (*dn*, dorsale Nerven; *vgn*, ventrale Nervenstränge, *pn*, periphere Nerven; *jd*, junge Dotterzellen); Fig. 48, durch den Darmlappen (*d*); Fig. 49, durch die Pharynxregion; Fig. 50, durch die Geschlechtsöffnung (*po*).

Fig. 51. Planaria cavatica, nach dem Leben gezeichnet. Schwach vergrößert.

Fig. 52—55. Planaria Mrázekii. Schwach vergrößert.

Fig. 56. Planaria vitta, unmittelbar nach der vollbrachten Theilung. Schwach vergrößert.

Fig. 57. Rhabditen von Planaria Mrázekii.

Fig. 58. Geschlechtsorgane derselben Art nach einem Dauerpräparate.

Fig. 59. Vorderende von Planaria Mrázekii, mit dem Rückengrübchen (*a*).

Fig. 60. Dasselbe von der Bauchseite mit der Sauggrube (*sg*).

Die Kerntheilung von Euglena viridis Ehrenberg.

Von

Jacob Keuten,

approbirtem Thierarzt in Neuss a./Rh.

Mit Tafel XI.

Der Vorgang der Kerntheilung ist während der letzten Decennien in ganz besonderer Weise der Gegenstand zahlreicher eingehender Untersuchungen gewesen. Mit Hilfe zeitgemäß verbesserter optischer und technischer Apparate und mühsam ausgeprobter Fixirungs- und Färbemethoden, hat man bei den verschiedensten Thieren und Pflanzen die komplicirten Umwandlungen, welche der Zellkern bei dem Theilungsprocesse erfährt, näher kennen gelernt. Das Ergebnis der Forschung lehrt, dass das Vorkommen der amitotischen Kerntheilung, der Vermehrung des Zellkernes durch einfache Zerschnürung viel enger begrenzt ist, als man früher anzunehmen geneigt war. Die indirekte, mitotische Kernvermehrung gewinnt dagegen von Tag zu Tag an Bedeutung und Ausdehnung. Selbst für die einzelligen Thiere, die Protozoen, kann die direkte Kerntheilung nicht mehr als vorherrschend angesehen werden. So hat SCHEWIAKOFF (36) bei Euglypha alveolata, einer Süßwasserrhizopode, alle typischen Phasen der mitotischen Kerntheilung beobachten können. Nach R. HERTWIG (22) und BRAUER (8) geht bei Actinosphaerium Eichh. die Theilung des Kernes ebenfalls auf indirektem Wege vor sich. Für den Theilungsprocess der Mikronuclei der Infusorien liegen nach den zahlreichen Untersuchungen BÜTSCHLI's (9) die typischen Stadien so klar vor, dass nach dem Ausspruch desselben Autors (11, p. 1532) kein Zweifel an der indirekten Theilung der Nebenkerne bestehen kann. Bei Paramäcien hat R. HERTWIG (23) den Theilungsvorgang des Mikronucleus nochmals verfolgt. Den gleichen Vorgang hat auch MAUPAS (32) an den verschiedensten Infusorien beobachtet. Die Karyokinese ist von R. HERTWIG (21) für den Makronucleus der

Spirochona gemmipara und von PFITZNER (33) für die Kerne der Opalina ranarum festgestellt worden. Die mitotische Kerntheilung wurde ferner bei einer Reihe von Mastigophoren konstatirt, so bei Codosiga botrytis von FISCH (14), bei Polytoma uvella und Monas vivipara von BLOCHMANN (4), bei Ceratium hirundinella von BLANC (2) und fast gleichzeitig von ZACHARIAS (37), bei Noctiluca miliaris von ISHIKAWA (25, 26). Im Gegensatz zu BLANC und ZACHARIAS (l. c.), welche die Kerntheilung bei Ceratium hirundinella auf dem gewöhnlichen mitotischen Wege vor sich gehen lassen, hat LAUTERBORN nach einer brieflichen Mittheilung an Herrn Professor Dr. BLOCHMANN, die Letzterer mir gütigst zur Verwerthung überlassen hat, gefunden, dass die Kerntheilung hier der Theilung des Makronucleus der Ciliaten gleicht. BLOCHMANN (3) hält es nach seinen Beobachtungen für wahrscheinlich, dass sich auch bei Oxyrrhis marina der Kern indirekt theilt. Auf Grund einiger zufällig beobachteter Kernfiguren bei Euglena vermuthet BÜTSCHLI (10), dass sich auch hier der Kern auf mitotischem Wege vermehrt.

Die Anregung, die Kerntheilungsverhältnisse bei Euglena einer näheren Untersuchung zu unterziehen, verdanke ich meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. BLOCHMANN, dem ich für die Unterstützung, welche er mir bei dieser Arbeit in jeder Hinsicht in der zuvorkommendsten Weise hat zu Theil werden lassen, auch an dieser Stelle meinen innigsten Dank abstatte.

Die Beschaffung genügenden Untersuchungsmaterials bot selbst bei vorgeschrittener Jahreszeit keine besondere Schwierigkeit. Im December des Jahres 1893 fand ich in der Nähe der Stadt einen Tümpel mit deutlich grün aussehendem Wasser. Gleich die erste Probe, die ich diesem Tümpel entnahm, enthielt in ungezählter Menge freibewegliche Exemplare der Euglena viridis suspendirt. Die Steine, Porzellanscherben u. dgl., welche den Boden des seichten Tümpels bedeckten, waren von einer tiefgrünen Schicht Euglenen überzogen. Bei der Gewinnung des Untersuchungsmaterials habe ich besonders diese Überzüge bevorzugt, weil ich durch Abspülen derselben in möglichst wenig Wasser möglichst viele Euglenen erhalten konnte. Während es an Material selbst nicht mangelte, war die Untersuchung mit mannigfachen Schwierigkeiten verknüpft. Einerseits machte der große Gehalt der Euglenen an Chlorophyll eine Extraktion desselben nöthig, andererseits erschwerten bei Färbungen mit nicht exquisiten Kernfärbemitteln die sich ebenfalls färbenden zahlreichen Chromatophoren das genauere Studium der Kernverhältnisse. Der Reichthum an stark lichtbrechenden Paramylumkörnern schloss eine eventuell gewünschte Untersuchung in Wasser fast gänzlich aus. Die frei beweglichen Euglenen als solche

unter dem Deckglase zu fixiren und zu färben war ein mühseliges Beginnen, das zudem in Bezug auf Kerntheilung ganz ergebnislos blieb. Es zeigte sich nun bald, dass die Euglenen in den Gläsern, in welchen ich das die fraglichen Organismen in Menge enthaltende Wasser aufbewahrte, an die Oberfläche stiegen und eine grüne Schicht auf dem Wasser bildeten. Diese Anfangs leicht zerstörbare Schicht nimmt nach 24 Stunden ein so festes Gefüge an, dass man dieser Haut mit dem Spatel Stücke entnehmen kann, die bei einiger Vorsicht als Ganzes weiter behandelt werden können. Die Bildung dieser Häute wird dadurch bedingt, dass die Schleimhüllen, welche die ruhenden Euglenen ausscheiden, unter einander verschmelzen. Klebs (28) und auch Bütschli (10) erwähnen speciell für Euglena viridis »die Bildung von zusammenhängenden Häuten, welche in dichter Zusammendrängung Massen ruhender Euglenen umschließen«. In diesem Ruhezustande fehlt die Geißel, dabei hat der metabolische, meist gestreckte Leib von Euglena viridis eine mehr kugelige Form angenommen. Bei der mikroskopischen Untersuchung dieser ruhenden Euglenen konnte ich an gefärbten Präparaten feststellen, dass in einigen Individuen zwei Kerne vorhanden waren. Obgleich ich mich auf dem richtigen Wege glaubte, wollte es mir Anfangs nicht gelingen, irgend ein Stadium der eigentlichen Kerntheilung nachzuweisen. Nach diesem Misserfolge musste an die Möglichkeit gedacht werden, dass die Kerntheilung des Nachts ablaufe, zumal auch Klebs (28) angiebt, dass die Theilung der Euglenaceen vorzugsweise des Nachts vor sich gehe. Ich ging in Folge dessen mehr systematisch vor. Um ganz sicher zu sein, entnahm ich während 24 Stunden den oben beschriebenen Häuten stündlich eine Probe. Jede Probe wurde für sich gleich nach der Entnahme konservirt und nachträglich einer genauen Untersuchung unterzogen. In den Proben, die während des Tages entnommen waren, konnte ich auch dieses Mal nichts nachweisen, das auf eine Vorbereitung zur Kerntheilung hätte schließen lassen. Anders verhielt es sich mit den Proben, die nach Eintritt der Dunkelheit entnommen waren. An gefärbten Präparaten konnte ich hier bald deutlich verschiedene Phasen der Kerntheilung unterscheiden. Den untrüglichen Einfluss der Nacht auf die Kerntheilung bei Euglena konnte ich im Verlaufe meiner Untersuchung genau verfolgen. In den kurzen Tagen des December und Januar traten die ersten Stadien der Kerntheilung früher auf, dem entsprechend war auch der Höhepunkt der Kerntheilung eher erreicht als in den folgenden Monaten, in denen es länger hell bleibt. Nach meinen vergleichenden Beobachtungen glaube ich feststellen zu können, dass die Periode, in welcher die Kerntheilung vor sich geht, etwa 2 Stunden

nach Eintritt der Dunkelheit beginnt und etwa 5 Stunden später ihr Ende erreicht.

Bemerken will ich noch, dass die Gläser mit dem Euglenen-haltigen Wasser im ungeheizten Zimmer und zwar direkt an den Fenstern der Südseite gestanden haben. Die Gläser waren mit einer Glasscheibe bedeckt und, um die Ansammlung der chlorophyllreichen Organismen an der Oberfläche zu unterstützen, bis zur Oberfläche des Wassers mit dunklem Papier umwickelt. Da mir reichliches Material zur Verfügung stand, habe ich eigentliche Kulturen nicht angelegt. Um möglichst gesunde und normale Euglenen zu untersuchen, habe ich mein Untersuchungsmaterial 24 bis 48 Stunden nach dem jedesmaligen Einholen des Wassers konservirt. Diese Vorsicht ist geboten, weil bei längerem Verweilen der Euglenen in den Gläsern manche Kerne eine unten näher zu beschreibende, offenbar pathologische Veränderung eingehen. In 8 Tagen waren in meinen Gläsern die meisten Euglenen abgestorben.

Einige Bemerkungen über die Behandlung des Materials will ich vorwegschicken. Zur Fixirung der Euglenen habe ich koncentrirte Sublimatlösung, Platinchlorid-Osmium-Essigsäure (1 %iges Platinchlorid 15,0, 1 %ige Osmiumsäure 3,0, Eisessig 1,5) und Pikrin-Osmium-Essigsäure (koncentr. Pikrinsäure 33,0, 1 %ige Osmiumsäure 2,0, Eisessig 1,0, dest. Wasser 66,0) verwandt. Die Einwirkungsdauer dieser Lösungen auf die dünnen Euglenenhäute betrug 5—15 Minuten. Das Sublimat bewährte sich hier weniger gut; es schien die Chromosomen quellen zu machen, die Bilder ließen daher an Schärfe zu wünschen übrig. Das Platinchlorid-Gemisch (Hermann'sche Lösung) zeigte sich als ein sehr gutes Fixirungsmittel. Das Gemisch von Pikrin-Osmium-Essigsäure war mir besonders werthvoll; einerseits erhält es die Kernstruktur sehr gut, andererseits bringt es das Chlorophyll schnell zum Schwinden. Letztere Eigenschaft kommt bei den chlorophyllreichen Euglenen wesentlich mit in Betracht. Von der Benutzung des Flemming'schen Gemisches musste ich bald abstehen, weil das so behandelte Material selbst bei längerem Liegen in Alkohol fast kein Chlorophyll abgab. Wesentlich wurde die Untersuchung der mikroskopisch kleinen Organismen — der Durchmesser der ruhenden Euglena viridis beträgt 15—30 μ — durch die oben erwähnte Häutebildung erleichtert, da es mir auf diese Weise ermöglicht wurde, das Untersuchungsmaterial in Paraffin einzubetten und in Schnitte von 5 μ Dicke zu zerlegen. Die Schnitte wurden nach der bekannten Wassermethode aufgeklebt.

Der Kern der Euglena viridis liegt, während das Thier die lang gestreckte frei bewegliche Gestalt besitzt, in der Nähe des hinteren Endes (Fig. 1). Die Form des Kernes ist hierbei stumpf eiförmig, sein größerer

Durchmesser liegt in der Längsachse des Thieres. In der Mitte des Kernes liegt ein Körper von fast gleicher Gestalt wie der Kern, dem man bisher die Bezeichnung Nucleolus beigelegt hat. Dieser Körper färbt sich sehr leicht; mit Orange-G. färbt er sich intensiv orangegelb, mit Karminlösungen sogar intensiver als die chromatische Substanz des Kernes (Fig. 15—18), seine Färbbarkeit mit Hämatoxylin ist dagegen sehr schwach. Doppelfärbungen des Kernes mit Orange-G.-Hämatoxylin geben sehr schöne und instruktive Bilder. Wenn der fragliche Körper zunächst auch durch seine Lage, seine Größe und sein Verhalten gegen Farbstoffe an einen gewöhnlichen Nucleolus erinnert, so spielt er doch in der Kerntheilung der Euglena eine Rolle, die ihm die Bedeutung eines aktiven Theilungsorgans giebt. Aus diesem Grunde werde ich das fragliche Gebilde »Nucleolo-Centrosoma« nennen. Die chromatische Substanz ist sehr reich im Kern vertreten. Das Chromatin ist aber nicht, wie man es gewöhnlich im ruhenden Kern findet, in Gestalt von Körnchen unregelmäßig im Kernraum zerstreut, sondern es stellt von vorn herein stäbchenförmige Gebilde dar, welche leicht gebogen, radial zu dem central gelegenen Nucleolo-Centrosom gerichtet sind. Die Chromosomen sind überaus zahlreich, dabei so dicht an einander gelagert, dass ich bei der Kleinheit des Objektes nicht im Stande bin, auch nur annähernd ihre Zahl anzugeben. Eine Differenzirung innerhalb des einzelnen Chromosoms in chromatinreichere und -ärmere Partien konnte ich nicht nachweisen. Das einzelne Chromosom zeigte sich vielmehr bei den verschiedensten Färbemethoden ganz gleichmäßig gefärbt. Dass eben so wie in anderen Fällen zarte Lininfäden die Chromosomen unter einander verbinden, scheint wahrscheinlich zu sein, ließ sich jedoch nicht mit der wünschenswerthen Sicherheit feststellen. Schwer ist es sowohl am unveränderten Kern als auch in den ersten Stadien der Theilung eine Kernmembran nachzuweisen. Ohne Zweifel ist aber eine solche vorhanden, sie hebt sich Anfangs nur nicht ab, weil die Menge der Chromosomen den Kernraum dicht erfüllt. In späteren Stadien, in denen die Chromosomen eine Umlagerung erfahren haben, tritt die Kernmembran dagegen ganz klar zu Tage.

In den ruhenden, kugelig abgerundeten Euglenen zeigt der Kern zunächst noch das eben beschriebene Bild (Fig. 2). Bei der Vorbereitung zum Theilungsprocesse scheint der erst mehr peripherisch gelegene Kern regelmäßig in eine mehr centrale Lage überzugehen. In den folgenden Phasen der Kerntheilung nimmt das Nucleolo-Centrosom wegen seines eigenartigen Verhaltens ganz besonders unsere Aufmerksamkeit in Anspruch. Die beginnende Kerntheilung dokumentirt sich am auffälligsten dadurch, dass das Nucleolo-Centrosom eine Streckung

erfährt. Fig. 3 stellt ein Stadium dar, in dem das gestreckte Nucleolo-Centrosom die ganze Länge des Kernes einnimmt. Dasselbe erscheint hier als gleichmäßig gefärbtes Stäbchen, dessen stumpfe Enden kaum merklich verdickt sind. Die Chromosomen scheinen etwas an Länge zugenommen zu haben, dabei hat auch ihre Richtung eine Änderung erfahren. Während die Segmente bisher eine annähernd senkrechte Richtung zur Oberfläche des Nucleolo-Centrosoms eingenommen hatten, bilden sie jetzt einen spitzen Winkel mit demselben (Fig. 3). Sie bekunden das Bestreben sich parallel zum Nucleolo-Centrosom zu gruppiren, wie es in Fig. 4 bereits eingetreten ist. In der Folge schwellen die Enden des Nucleolo-Centrosoms kolbenartig an, während das verbindende Mittelstück im Durchmesser etwas abnimmt. Das bis dahin stäbchenförmige Nucleolo-Centrosom nimmt allmählich die Gestalt einer Sanduhr und später einer Hantel an (Fig. 5). Auf diesem und auf allen späteren Stadien lassen die Präparate, welche nach M. Heidenhain (18) mit Bordeaux R. vorgefärbt und nachher mit Eisenammoniumalaun-Hämatoxylin behandelt sind, am Nucleolo-Centrosom eine deutliche Differenzirung erkennen, die beim ersten Blick auffällt. Während das Nucleolo-Centrosom bisher nach demselben Färbeprocesse gleichmäßig schwarz gefärbt wurde, wie Fig. 3 zeigt, hat jetzt (Fig. 5) das dünnere Mittelstück statt der schwarzen Farbe einen grauröthlichen Farbenton angenommen, wogegen die beiden verdickten Endstücke schwärzer gefärbt sind als zuvor. Der Übergang vom Mittelstück zu den Endstücken ist sehr scharf, sowohl was die äußere Gestalt, als auch den Unterschied in der Färbung anbelangt. Eine derartige Differenzirung gelingt nicht nach Eisenalaun-Hämatoxylin (M. Heidenhain, 17) ohne Vorfärbung mit Bordeaux-R., eben so nicht nach Färbung mit dem Ehrlich-Biondi'schen Gemisch oder mit Orange-Hämatoxylin (Delafield), nur nach Safranin-Färbung ist ein Unterschied zwischen dem Mittelstück und den Endstücken bemerkbar, der allerdings nicht so deutlich ist wie bei der Bordeaux-Eisen-Hämatoxylin-Methode. Nach Safranin färben sich die Endstücke im Verhältnis zum Mittelstück auffallend dunkler roth. In der folgenden Phase rücken die parallel zum Nucleolo-Centrosom gelagerten Chromosomen von beiden Polenden her nach dem Äquator zu, so dass die Enden des Nucleolo-Centrosoms nunmehr frei in die Kernhöhle hineinragen, während die Chromosomen als breite äquatoriale Zone das Mittelstück des Nucleolo-Centrosoms umgeben (Fig. 6). In dem weiteren Verlaufe der Kerntheilung geht die kugelige oder in der Richtung des Nucleolo-Centrosoms etwas ausgezogene Form des Kernes in ein Rotationsellipsoid über, dessen kurze Achse vom Nucleolo-Centrosom gebildet wird (Fig. 8). Analog dem Vorgange bei der

gewöhnlichen mitotischen Theilung geht auf diesem Stadium auch bei Euglena eine Längsspaltung der Chromosomen vor sich. Der Nachweis der Spaltung ist nicht immer leicht, es sind besonders günstig getroffene Schnitte dazu erforderlich. Auf Präparaten, in denen der Kern nur oberflächlich angeschnitten ist und die Untersuchung durch Übereinanderliegen der Chromosomen nicht erschwert wird, erkennt man deutlich, dass die Chromosomen im entsprechenden Stadium der Länge nach gespalten sind. Fig. 7 veranschaulicht einen solchen Schnitt, in welchem fünf Chromosomen resp. Stücke solcher eine deutliche Längsspaltung erkennen lassen. Fig. 7 dürfte einem gleichen oder etwas früheren Stadium angehören wie Fig. 8; dafür spricht die Größe und die Gestalt des Kernes, der eben so wie in Fig. 8 in der Richtung der Chromosomen einen geringeren Durchmesser aufweist als in der Richtung von links nach rechts der Figur. Durch den Nachweis der Längsspaltung der Chromosomen ist auch die Trennung derselben in Tochtersegmente als gesichert anzusehen. Das Stadium, welches in Fig. 8 wiedergegeben ist, lässt schon dadurch, dass die Chromosomen im Gegensatz zu ihrer bisherigen mehr-regelmäßigen Anordnung jetzt mehr wirr durch einander liegen und manche sogar schleifenförmig gebogen sind, vermuthen, dass es sich hier um Trennung und Umlagerung der Tochtersegmente handelt, zumal das Vorkommen einer Längsspaltung derselben sicher erwiesen ist. Außerdem ist bei genauerem Zusehen ein Unterschied im Dickendurchmesser verschiedener Chromosomen bemerkbar, von denen die dickeren wohl als Muttersegmente, die dünneren als Tochtersegmente aufzufassen sind. Wenn auch in Fig. 8 die Spaltung der dickeren Chromosomen nicht angedeutet ist, so ist dies bei dem schwierigen Nachweis nicht so sehr ins Gewicht fallend. Das Nucleolo-Centrosom zeigt in dem Stadium der Fig. 8 zum ersten Male in jedem Endstücke etwa drei bis fünf Vacuolen, die besonders nach Behandlung mit Eisenalaun-Hämatoxylin ohne Vorfärbung mit Bordeaux-R. sichtbar werden. Diese Vacuolen lassen sich von jetzt ab bis zur vollständigen Theilung des Nucleolo-Centrosoms regelmäßig nachweisen. Die Gestalt des Kernes wechselt in der nächsten Phase der Theilung wieder, indem die bisher kürzere Achse des Ellipsoids zur Längsachse auswächst. Bedingt wird diese Gestaltsveränderung durch Vorgänge, welche sich im Inneren des Kernes abspielen. Das Nucleolo-Centrosom, speciell sein Mittelstück, beginnt jetzt stark in die Länge zu wachsen. Während dieses Längenwachsthums nimmt das Mittelstück etwas an Dicke ab, behält aber im Übrigen seine gleichmäßige Struktur bei; die Endstücke des Nucleolo-Centrosoms bleiben im Wesentlichen unverändert, sie setzen sich nur noch etwas schärfer

ab als bisher. Gleichzeitig mit der Streckung des Nucleolo-Centrosoms setzen sich auch die Chromosomen in Bewegung, sie verlassen ihre äquatoriale Lage und gehen aus einander, indem der eine Theil dem einen, der andere Theil dem entgegengesetzten Ende des Nucleolo-Centrosoms zustrebt. In Fig. 9 liegt die Längsachse des Kernes in der Richtung des Nucleolo-Centrosoms, das schon eine Längenzunahme aufweist, die Schleifen der Chromosomen sind flacher als auf dem vorhergehenden Stadium, die Chromosomen selbst beginnen aus einander zu weichen. Fig. 10 stellt ein noch weiter vorgeschrittenes Stadium dar, in welchem das Mittelstück des Nucleolo-Centrosoms bereits bedeutend verlängert ist und leicht gekrümmt erscheint; die nur noch schwach gebogenen Chromosomen sind schon so weit nach den Polen aus einander gerückt, dass die äquatoriale Zone fast frei ist. In der Fig. 11 sind die Endstücke des Nucleolo-Centrosoms von den Chromosomen schon erreicht und theilweise von ihnen eingeschlossen. Das verbindende Mittelstück ist eben noch als sehr feine Linie zu erkennen. Gegen das Ende der Kerntheilung umgeben die Chromosomen je ein Endstück des Nucleolo-Centrosoms allseitig, dessen Mittelstück in der Mitte reißt und wahrscheinlich in die nunmehr als Tochternucleolo-Centrosomen erscheinenden Endstücke eingezogen wird. Schnürt sich schließlich der Kern, der allem Anscheine nach während des ganzen Theilungsvorganges seine Membran behält, in der Mitte noch durch, so haben wir zwei Kerne mit je einem Nucleolo-Centrosom in einer Euglena, wie es Fig. 12 zeigt. Denselben Modus der Kertheilung hat Blochmann (5) auch bei Euglena velata und Trachelomonas volvocina beobachtet. Dadurch, dass sich das Mutterthier senkrecht zur Verbindungslinie der beiden Tochterkerne theilt, entstehen zwei Tochterindividuen mit je einem Kern, die den Charakter von ruhenden Euglenen haben und zunächst noch von einer gemeinsamen Schleimhülle umgeben sind (Fig. 13). Viele Mühe habe ich mir gegeben um achromatische Fasern und Polkörperchen bei Euglena nachzuweisen. Die verschiedensten einschlägigen Tinktionsmittel habe ich ohne Erfolg angewandt. Auch Eisenalaun-Hämatoxylin, mit welchen ich zur Kontrolle Lungenepithelien von Salamanderlarven behandelt habe und sämmtliche achromatische Fasern sowie die Polkörperchen mit ihrer Strahlung prachtvoll zur Darstellung bringen konnte, haben mich bei Euglena im Stich gelassen.

Wiewohl mir der sichere Nachweis von achromatischen Fasern nicht gelungen ist, will ich nicht unerwähnt lassen, dass ich in verschiedenen Phasen der Kerntheilung innerhalb der Kernmembran feinste ungefärbte Fäserchen beobachtet habe, ohne ihren Verlauf

sicher feststellen und ihre wahre Bedeutung ergründen zu können. Derartige Fädchen habe ich öfter vom Nucleolo-Centrosom ruhender Kerne ausgehen sehen. In Fig. 14 entspringen vom Nucleolo-Centrosom drei solcher Fäserchen, die nur auf eine kurze Strecke zu verfolgen sind. In Fig. 7 ziehen rechts unten vier äußerst feine Fäserchen scheinbar von der Kernmembran aus nach den Chromosomen hin; dass hier eine Verbindung mit den Chromosomen statthat, kann ich nicht mit Sicherheit behaupten. Auf einem späteren Stadium, in dem die Tochtersegmente schon polwärts aus einander gerückt waren, glaubte ich bei einer unzertheilten Euglena innerhalb der von Chromosomen freien äquatorialen Zone feinste Fäserchen zu erkennen, die mit dem Nucleolo-Centrosom parallel verliefen.

Die Beobachtung der beiden zuletzt erwähnten Arten von Fäserchen ist so selten, und der Verlauf derselben bei ihrer Feinheit so schwer aufzuklären, dass ich es vor der Hand nicht wage diesen Gebilden eine bestimmte Deutung zu geben.

Centrosomen resp. Polkörperchen habe ich ebenfalls niemals nachweisen können. Nach Färbung mit Kerntinktionsmitteln fallen im Protoplasma Körnchen auf, die in der Einzahl oder, wie es meist der Fall ist, zu zweien vorhanden sind und sich besonders durch einen hellen Hof auszeichnen. Nach Hämatoxylinfärbung sind die Körnchen, weil das Plasma etwas mitgefärbt ist, weniger deutlich; nach Behandlung mit Alaunkarmin und besonders mit Pikrokarmin tritt das intensiv gefärbte Körnchen mit dem umgebenden Hofe sehr deutlich hervor. In Fig. 15 und 16 ist nur je ein solches Körnchen zu sehen; in Fig. 17 sind zwei Körnchen, wahrscheinlich ein Theilungsprodukt, von einem gemeinsamen Hofe umgeben; Fig. 18 weist zwei Körnchen mit je einem Hofe auf. Wie sehr diese Erscheinung — centrales Korn mit hellem Hof — an ein Centrosom erinnern mag, habe ich mich doch nicht zu einer derartigen Auffassung verstehen können. Die fraglichen Körnchen liegen, wie auch die Figuren zeigen, sehr oft bedeutend weiter vom Kern weg als dies für ein Centrosoma der Fall zu sein pflegt. Auch habe ich niemals gesehen, dass der Kern etwa eine Einbuchtung gezeigt hätte, wenn ein fragliches Körnchen in seiner Nähe lag. Wie weit ein derartiges Körnchen vom Kern weg liegen kann, zeigt wohl am besten Fig. 16. Schon eine so weit vom ruhenden Kern entfernte Lage des Körnchen lässt eine Deutung desselben als Centrosoma mehr als fraglich erscheinen. Während der Kerntheilung ist die Lage der Körnchen ebenfalls eine ganz unbestimmte, wenn sie auch durch das Heranwachsen des Kernes diesem im Allgemeinen näher liegen als sonst. In verschiedenen Stadien der Kerntheilung habe ich die fraglichen

Körnchen dicht der Kernmembran anliegen sehen; selbst in unmittelbarer Nähe eines Kernpoles konnte ich bisweilen ein Körnchen nachweisen. Niemals aber habe ich gleichzeitig an beiden Polen des Kernes Körnchen gefunden, wie ich überhaupt irgend eine Beziehung der fraglichen Körnchen zu der Karyokinese von Euglena nicht habe feststellen können und auch nicht für wahrscheinlich halte. Bei der Rolle, welche in unserem Falle das Nucleolo-Centrosom bei der Kerntheilung spielt, dürfte wohl die Thätigkeit eines außerhalb des Kernes gelegenen Centrosoms überflüssig sein.

In Folge der Besprechung von BLOCHMANN's Mittheilung »Über die Kerntheilung bei Euglena« (5) durch LAUTERBORN im »Zoologischen Centralblatt« (30) habe ich, da der Hinweis des letzteren auf die Arbeit BÜTSCHLI's »Über den Bau der Bakterien etc.« (12) eine Annahme der Identität unserer Körnchen mit den sog. »rothen Körnchen« BÜTSCHLI's vermuthen lässt, die Körnchen auch in dieser Hinsicht näher untersucht. Die Untersuchung hat ergeben, dass unsere Körnchen nicht mit den von BÜTSCHLI (12) im Protoplasma der Euglenen gefundenen »rothen Körnchen« übereinstimmen, da unsere Körnchen sich mit DELAFIELD-schem Hämatoxylin und eben so mit Jodalkohol-Hämatoxylin nicht roth oder rothviolett sondern blau färben. Im Kern selbst habe ich eben so niemals rothe Körnchen gefunden, wie es BÜTSCHLI (12) angiebt und in einem scheinbar ganz normalen Kern von Euglena viridis abbildet.

Auch habe ich eine Färbung der lebenden Euglenen mit Methylenblau versucht. LAUTERBORN (29) konnte durch Lebendfärbung von Diatomeen mit Methylenblau die Kerne rein blau und eben dieselben Körnchen rothviolett färben, welche in abgetödteten Diatomeen mit Hämatoxylin die gleiche rothviolette Farbe annahmen. In Euglenen, die mehrere Tage in stark verdünnter Methylenblaulösung kultivirt worden waren, war bisweilen nur ein winzig kleines Körnchen im Protoplasma blau gefärbt, während alles Andere einschließlich des Kernes vollständig ungefärbt blieb. Waren die Euglenen in der Farblösung dem Absterben nahe, so konnte man viele blau gefärbte Körnchen von sehr schwankender Größe im Protoplasma nachweisen. In der Farblösung abgestorbene Euglenen hatten einen blau gefärbten Kern und blau gefärbtes Plasma, in dem die vorhin erwähnten Körnchen noch zu unterscheiden waren. Es lassen sich mithin auch diese Körnchen der Euglenen nicht mit den von LAUTERBORN (29) im Protoplasma der Diatomeen beobachteten »rothen Körnchen« in Vergleich ziehen, wie denn auch der Kern der lebenden Euglenen im Gegensatz zu dem der Diatomeen gegen Methylenblau ein ganz indifferentes Verhalten zeigt.

Übersehen wir den Kerntheilungsprocess von Euglena, so müssen wir ihn ohne Zweifel als mitotischen bezeichnen. Die Koncentrirung der chromatischen Substanz zu Fäden, die Wanderung der Fäden nach dem Äquator hin, die Längsspaltung der Chromosomen, das nachfolgende Auseinanderweichen der Tochterchromosomen und die Vertheilung derselben auf zwei Hälften sind charakteristische Merkmale der indirekten Theilung. Daneben bietet aber die Kernvermehrung von Euglena höchst merkwürdige Abweichungen von der gewöhnlichen Art und Weise der mitotischen Theilung. Während für gewöhnlich in ruhenden Kernen die chromatische Substanz äußerst fein vertheilt ist und erst als Vorbereitung zur Kerntheilung sich zu Fäden konsolidirt, kommt bei Euglena die chromatische Substanz nur in Gestalt von Fäden vor. Eine sehr beachtenswerthe Rolle spielt das Nucleolo-Centrosoma. Als axialer Stab, um den herum die Chromosomen je nach den verschiedenen Phasen in verschiedener Anordnung sich gruppiren, ist das Nucleolo-Centrosoma von vorn herein bestimmend für die künftige Richtung der Kerntheilung, und indem es auf die Bewegung der Chromosomen richtend wirkt, beherrscht es den ganzen Kerntheilungsvorgang.

Da der hier geschilderte Modus der Kerntheilung besonders durch die Eigenart des Nucleolo-Centrosoms geradezu isolirt dasteht, so finden wir in der reichen Litteratur über Kerntheilung nur wenige Kerntheilungsformen, die in gewisser Beziehung mit der von Euglena dargestellten verglichen werden können und dadurch geeignet sind, uns einen wenn auch nur geringen Anhalt in der Beurtheilung des Nucleolo-Centrosoms zu gewähren.

Die Karyokinese der Euglena als eine einfache Zwischenstufe der direkten und indirekten Kerntheilung aufzufassen, weil die chromatische Substanz ein mitotisches Verhalten zeigt, die Persistenz und Theilung des als Nucleolus angesprochenen Körpers aber an die direkte Kerntheilung erinnert, dürfte dem thatsächlichen Sachverhalte nicht voll entsprechen. Eine derartige Auffassung würde an dem Verhalten des sogenannten Nucleolus scheitern, der eben kein Nucleolus im gewöhnlichen Sinne ist, da er nicht eine bei der Kerntheilung nebensächliche Masse darstellt sondern als Hauptfaktor in den Vorgang der Kerntheilung der Euglena eingreift. Bei einer gewissen Form der direkten Kerntheilung jedoch, die SCHAUDINN (35) an Amoeba crystalligera beobachtet hat, hat das Verhalten des Nucleolus eine große Ähnlichkeit mit dem unseres Nucleolo-Centrosoms. Während in der Regel in Kernen mit direkter Theilung die Vermehrung der Nucleolen zeitlich verschieden von der Theilung der Kerne vor sich geht, verläuft bei

Amoeba crystalligera die Durchschnürung des Kerns und des Nucleolus gleichzeitig. Bei der Theilung des Kernes nimmt hier der Nucleolus dieselbe Lage ein wie in unserem Falle das Nucleolo-Centrosom, auch streckt er sich eben so in die Länge wie dieses, so dass SCHAUDINN ihm eine besondere Bedeutung beilegt. Indem der Autor sagt: »Der als Nucleolus bezeichnete Theil des Kerns scheint bei der Durchschnürung des Kerns die Hauptrolle zu spielen,« giebt er dem Nucleolus der Amoeba crystalligera eine Deutung, die wir für unser Nucleolo-Centrosoma in Anspruch nehmen. Aus der Bemerkung SCHAUDINN's geht hervor, dass er den fraglichen Nucleolus offenbar für etwas Anderes als einen Nucleolus im gewöhnlichen Sinne hält. Unser Nucleolo-Centrosoma scheint sich demnach mit dem fraglichen Nucleolus der Amoeba crystalligera zu decken. In diesem Falle würde die Verschiedenheit der beiderseitigen Kerntheilungsvorgänge nur auf dem verschiedenen Verhalten der chromatischen Substanz beruhen. Zu einem weitergehenden Vergleich mit der Kerntheilung der Euglena eignet sich, wie auch BLOCHMANN (5) schon erwähnt, die Kerntheilung der Diatomeen, die LAUTERBORN (29) untersucht hat. Außerhalb des Kernes liegt bei den Diatomeen ein Körper, den LAUTERBORN »Centrosoma« nennt; zwischen letzterem und dem Kern hat ein zweites, Anfangs etwas kugeliges Gebilde seine Lage, das LAUTERBORN seines späteren Verhaltens wegen als »Centralspindel« bezeichnet. Über die Herkunft der letzteren ist der Autor, wie aus einem mir gütigst zur Verfügung gestellten Briefe desselben an Herrn Prof. BLOCHMANN hervorgeht, jetzt der Ansicht, dass sie wahrscheinlich dem Centrosom entstammt. Wie eine eingeklammerte, mit einem Ausrufungszeichen versehene Bemerkung verräth, scheint es LAUTERBORN (29) besonders aufgefallen zu sein, dass die Centralspindel »etwa von der Farbe der Nucleolen ist«, sich also ähnlich färbt wie die Nucleolen. Mit der fortschreitenden Vorbereitung zur Theilung verschwinden die Nucleolen im Kern; die außerhalb des Kernes gelegene Centralspindel nimmt die Gestalt eines niederen Cylinders an, in dessen Inneren eine immer mehr deutlicher werdende Längsstreifung auftritt. An der dem Centrosom zugekehrten Seite der Centralspindel finden sich beiderseits, d. h. an den späteren Polenden dunkel gefärbte Ansammlungen. Die wahre Natur der letzteren sowie das Schicksal des nunmehr verschwindenden Centrosoms konnte LAUTERBORN vorläufig leider noch nicht aufklären. Nachdem die Segmente des Kernes sich ausgebildet haben, rückt die jetzt mehr in die Länge gestreckte, stabförmige Centralspindel, wie LAUTERBORN am lebenden Objekt direkt beobachten konnte, durch die Kernmembran in den Kernraum hinein und wächst bald zu ihrer definitiven Größe heran.

Von nun ab zeigt diese Centralspindel eine geradezu auffallende Ähnlichkeit mit dem Nucleolo-Centrosoma von Euglena. Wie dieses orientirt sich die Centralspindel senkrecht zur späteren Theilungsebene des Kernes, auf die Chromosomen wirkt sie genau so ein, wie wir es bei unserem Nucleolo-Centrosoma gesehen haben. Die Chromosomen, die bis zum Eintritt der Centralspindel in den Kern hier regellos zerstreut lagen, sammeln sich jetzt am Äquator in Gestalt eines breiten Ringes an. LAUTERBORN schreibt über die Vorgänge, welche sich im Kern abspielen: »Im Centrum des Kerns liegt die garbenförmige allseitig scharf kontourirte Centralspindel, deren Fasern (d. h. Längsstreifen) ununterbrochen von Pol zu Pol verlaufen und hier etwas divergiren, während die Chromosomen als dicker Ring den verschmälerten Äquator umschließen.« In Bezug auf Surirella calcarata sagt LAUTERBORN: »Es mag noch besonders betont werden, dass ich Halbspindeln im Sinne von VAN BENEDEN (1) und BOVERI (6) nicht mit Sicherheit nachweisen konnte; hier findet sich nur eine Centralspindel, entlang welcher später nach der Theilung die beiden Kernhälften aus einander gleiten.« Im Dyasterstadium umgeben die Tochtersegmente ringförmig die beiden wenig verdickten Pole der Centralspindel. »Interessante Veränderungen gehen mit den beiden Tochterkernen von jetzt ab vor sich, indem nämlich das Loch der beiden Chromosomenringe sich allmählich immer mehr verengt, bis schließlich die terminalen Theile der Centralspindel, also die beiden breiten Pole, förmlich von dem äquatorialen Theile abgeschnürt erscheinen. Diese abgeschnürten Spindelenden runden sich bald ab und liegen schließlich in einer Einsenkung der beiden Tochterkerne; aus ihnen gehen dann die Centrosomen hervor.« Von dem Verbleib des Mittelstückes der Centralspindel nimmt LAUTERBORN als sehr wahrscheinlich an, dass je eine Hälfte desselben in die beiden Tochtercentrosome eingezogen werden. Um Irrthümern vorzubeugen will ich nochmals hervorheben, dass die sog. Centralspindel hier ein einheitliches Gebilde ist und dass die angeführten Fasern nichts Anderes als Längsstreifen sind.

Da die Natur des von LAUTERBORN »Centrosoma« genannten Gebildes aus dem wahrscheinlich die Centralspindel hervorgeht, noch nicht aufgeklärt ist, so stößt die Deutung der Centralspindel auf gewisse Schwierigkeiten. Nach meiner Ansicht ist die Benennung Centralspindel und der Vergleich derselben mit der HERMANN'schen Centralspindel (19), wie ihn LAUTERBORN in seiner Arbeit anführt, nicht besonders glücklich. Abgesehen von den noch nicht aufgeklärten dunkel gefärbten Ansammlungen, die LAUTERBORN an den Polen der Centralspindel feststellen konnte, wäre bei der offenkundig centroso-

matischen Funktion der Centralspindel der Diatomeen ein Vergleich dieser Centralspindel mit der Centralspindel plus Polkörperchen der Salamanderzellen wohl zutreffender gewesen, zumal immerhin eine gewisse Differenzirung (auf die LAUTERBORN selbst hinweist) der Centralspindel der Diatomeen in Spindelenden und äquatorialen Theil besteht. Dieser Auffassung würde der Hinweis LAUTERBORN's auf Beziehungen seiner Centralspindel mit den von v. LA VALETTE ST. GEORGE (31) entdeckten Nebenkernen verschiedener samenbildenden Zellen nicht entgegenstehen, da nach PLATNER (34) sowohl die achromatische Spindel als auch die Centrosomen aus solchen Nebenkernen hervorgehen.

Auf jeden Fall haben Euglena und die Diatomeen viel Verwandtes in den Vorgängen ihrer Kerntheilung. Das Verhalten der Centralspindel und des Nucleolo-Centrosoms zu den Chromosomen und der letzteren zu den ersteren ist, wie wir gesehen haben, in beiden Fällen in den Hauptpunkten das gleiche. Mit Surirella stimmt Euglena auch damit überein, dass bei der Kerntheilung beider achromatische Fasern mit Sicherheit nicht nachgewiesen sind. Nach der Bemerkung LAUTERBORN's, dass die Centralspindel sich ähnlich wie Nucleolen färbt, gleicht jene unserem Nucleolo-Centrosoma auch im Verhalten zu Farbstoffen. Mit der aktiven Einwirkung des Nucleolo-Centrosoms auf die Kerntheilung hat die Centralspindel auch die Differenzirung in Polstücke und Mittelstück gemeinsam. Darin, dass die fragliche Centralspindel ohne allen Zweifel eine centrosomatische Aufgabe hat, finde ich eine Bestätigung meiner Auffassung, dass dem Nucleolo-Centrosoma der Euglenen eine gleiche Funktion zuzusprechen ist. Der bestehende Unterschied, dass das Nucleolo-Centrosoma im Gegensatz zur Centralspindel stets im Kern liegt, ist in der That nicht so groß als er auf den ersten Augenblick erscheint, da A. BRAUER (7) an Spermatocyten von Ascaris univalens nachgewiesen hat, dass auch hier das Centrosom ursprünglich im Kerne seine Lage hat. Das Verhalten der Centrosomen der Spermatocyten von Ascaris univalens bietet uns auch noch weitere Anhaltspunkte zu einem Vergleich mit unserem Nucleolo-Centrosom. Nach den Untersuchungen BRAUER's (7) theilt sich das Centrosom innerhalb des Kernes bei noch vollständig geschlossener und intakter Kernmembran, dazu tritt neben Fasern, welche von den Tochtercentrosomen zu den Chromosomen hinziehen, Anfangs eine der HERMANN'schen Centralspindel (19) entsprechende Spindel zwischen den Tochtercentrosomen auf, die später wieder verschwindet. Erst bei weiterem Auseinanderweichen treten die Polkörperchen, nach Auflösung der Kernmembran in das Protoplasma über. Durch die Theilung des Centrosoms innerhalb des

Kernes und die Verbindung der Theilprodukte unter einander ähnelt der Kerntheilungsapparat der Spermatocyten von Ascaris univalens auf einem gewissen Stadium unserem Nucleolo-Centrosoma. Beide nehmen ihren Ursprung aus dem Kern und beide weisen dichtere Polmassen auf, die mit einander verbunden sind. Dieser Vergleich ist immerhin nur ein oberflächlicher, da die Natur der Verbindungsstücke nicht mit einbegriffen werden kann, weil gerade die Herkunft der achromatischen Fasern noch sehr dunkel ist.

In ähnlicher Weise wie bei den Spermatocyten von Ascaris univalens lässt sich das Nucleolo-Centrosoma der Euglenen mit den Polkörperchen und der Centralspindel der Salamanderzellen vergleichen. Bei der besonders durch die Arbeiten von Flemming (15, 16) und Hermann (19) uns aufgedeckten Karyokinese beim Salamander entstehen aus dem hier neben dem Kern gelegenen Centrosom die Polkörperchen, welche während der ganzen Kerntheilung durch die Hermann'sche Centralspindel, deren Fasern von Polkörperchen zu Polkörperchen verlaufen, verbunden sind. Bei einem Vergleich würden die Polstücke den Polkörperchen, das differenzirte Mittelstück des Nucleolo-Centrosoms der Centralspindel an die Seite zu stellen sein, natürlich auch hier mit dem Unterschiede, dass weitere achromatische Fasern, mit denen die Polkörperchen ausgestattet sind, dem Nucleolo-Centrosom fehlen. Im Übrigen glaube ich, wie nach Annahme von Hermann (19) und Drüner (13) durch Wachsthum der Centralspindel bezw. durch Streckung der Spindelfasern die Polkörperchen zum Auseinanderweichen gebracht werden, eine ähnliche Wirkung von der Streckung des Mittelstückes des Nucleolo-Centrosoms auf die Polstücke annehmen zu können.

Ferner haben nach der Darstellung von Karsten (27) die Nucleolen der Sporangien von Psilotum triquetrum eine gewisse Beziehung zu unserem Nucleolo-Centrosom. Nach Karsten treten zur Zeit der Kerntheilung die Nucleolen, deren mehrere in jedem Kerne vorhanden sind, aus dem Kern hervor und verhalten sich vollständig wie Polkörperchen; sie bestimmen die Richtung der Kerntheilung, auch fehlt ihnen eine deutliche Strahlung nicht. Karsten sagt: »Es kann durchaus keinem Zweifel unterliegen, dass unsere von den ins Plasma ausgetretenen Nucleolen sich herleitenden Gebilde mit den von Guignard für die Pflanzenzelle zuerst nachgewiesenen Centrosomen übereinstimmen.« Nach dieser Schilderung sind also bei Psilotum die Nucleolen gleichzeitig auch Centrosomen. Mit diesen Nucleolen, die Karsten übrigens auch Nucleolo-Centrosomen nennt, wären unsere Nucleolo-Centrosomen fast gleichzustellen, da beide Nucleolen gleichen und beide als Kern-

theilungsorgane funktioniren. Der Ausführung KARSTEN's widerspricht aber HUMPHREY (24). HUMPHREY hat mit den gleichen Methoden, die KARSTEN benutzt hat, die Sporangien von Psilotum nachuntersucht, dabei aber niemals die von KARSTEN beschriebenen Vorgänge beobachten können. Nach HUMPHREY schwinden die Nucleolen während der Kerntheilung vollständig, dagegen hat KARSTEN im Protoplasma Gebilde gefunden, welche mit den sphères directrices GUIGNARD's vollständig übereinstimmen. HUMPHREY bemerkt: »Es ist klar, dass KARSTEN durch die zufällig stattfindende Ausstoßung von Nucleolarsubstanz aus dem Kerne irregeleitet worden ist und dass er die echten Centrosphären vollständig übersehen hat.« Nach dieser Darstellung würde die Kerntheilung bei Psilotum allerdings nichts Außergewöhnliches an sich haben. Wenn aber HUMPHREY an der betreffenden Stelle sagt: »Es ist wahrscheinlich, dass die kinetischen Centren der Zelle streng extranucleäre Körper sind, sowohl in ihrer Abstammung wie in ihrer Thätigkeit,« so dürfte dies etwas zu weit gegangen sein. O. HERTWIG (20) hält daran fest, dass die Centrosomen aus dem Kern stammen und BRAUER bestätigt durch seine Untersuchung an den Spermatocyten von Ascaris univalens die Annahme HERTWIG's. Die Kerntheilung der Diatomeen, wie sie uns LAUTERBORN schildert, spricht auch dagegen, dass die Thätigkeit der »kinetischen Centren« eine streng extranucleäre sei, da die Centralspindel der Diatomeen, welche von außen durch die Kernmembran hindurch in den Kern eindringt, doch ohne Zweifel auch ein »kinetisches Centrum« darstellt.

Die zur Beurtheilung der Karyokinese von Euglena und speciell zur Aufklärung des Nucleolo-Centrosoms verwendbaren Anknüpfungspunkte sind hiermit der Hauptsache nach erschöpft. Wenn wir uns auch aus dem Verhalten des Nucleolo-Centrosoms selbst und durch Vergleich mit einigen in ihrem Verhalten zur Kerntheilung ähnlichen Gebilden eine gewisse Vorstellung von der Funktion und Bedeutung des Nucleolo-Centrosoms machen können, so stehen doch die bisher bekannten Formen der Kerntheilung noch zu unvermittelt der Karyokinese von Euglena gegenüber, als dass man jetzt schon im Stande wäre, über die Beziehungen des Nucleolo-Centrosoms zum Nucleolus und zum Centrosom ein abschließendes Urtheil zu geben. Ob gar die Vermuthung O. HERTWIG's (20), dass das Centrosom vom Nucleolus abzuleiten sei, in dem Verhalten des Nucleolo-Centrosoms der Euglena eine Stütze findet, ist eine Frage, die ich nicht weiter berühren will. Die weitere Forschung auf dem großen Gebiete der einzelligen Organismen kann hier nur Aufklärung schaffen.

Anhang.

Ich habe noch einige Bemerkungen hinzuzufügen über Strukturverhältnisse des Kerns von Euglena, die pathologischer Natur sind, welche bisher aber eine andere Deutung erfahren haben.

BÜTSCHLI (10, p. 741) schreibt über die Kernstruktur der Flagellaten Folgendes: »Gewöhnlich zeigt die helle Kernsaftzone der bläschenförmigen Nuclei auch bei Behandlung mit Reagentien nichts von feineren Strukturverhältnissen. Die einzige Ausnahme bildet bis jetzt Monas vivipara. Hier sah ich den Nucleolus von einer etwas knotigen und wahrscheinlich netzigen Hülle umschlossen, von welcher feine Fädchen zur Kernhülle ausstrahlen. Eine Weiterbildung dieses Zustandes mit rudimentärem Kernnetz stellen wohl gewisse Kernbildungen dar, welche unter den Euglenoidinen sehr verbreitet sind und die sich dem Hauptkerne mancher Ciliaten anreihen. Der Charakter dieser Kerne, welche gewöhnlich eine mehr ovale Gestalt besitzen, besteht darin, dass der Nucleolus im Verhältnis zu dem gesammten Kernvolumen relativ viel kleiner ist, ferner namentlich darin, dass zwischen ihm und der Kernhülle nach Anwendung von Gerinnungsmitteln eine meist sehr fein granulirte, seltener etwas grobkörnigere und gut tingirbare Substanz auftritt. KLEBS gelang es, eine verschlungen fadige oder netzige Struktur dieser Gerüstsubstanz der Euglena nachzuweisen. Als seltener Fall ist schließlich noch zu erwähnen, dass KLEBS bei Euglena sanguinea im Kern vier bis fünf dichtere, nucleolusartige Massen beobachtete. Wie gesagt, ist es sehr wahrscheinlich, dass die soeben geschilderten Kernformen nur weitere Entwicklungszustände der gewöhnlichen bläschenförmigen Kerne sind. Dies scheint namentlich auch daraus hervorzugehen, dass bei gewissen Formen zuweilen Kerne der ersten, zuweilen solche der zweiten Art angetroffen werden. Auch Anisonema grande zeigt vielleicht einen solchen Wechsel, da ihr STEIN einen deutlich bläschenförmigen Kern zeichnet, wogegen ich einen granulirten nucleolusfreien beobachtete. Es scheint nämlich sicher, dass schließlich noch bei manchen Formen Kerne vorkommen, welchen ein Nucleolus ganz fehlt und deren Substanz durchaus von der geschilderten granulirten bezw. netzigen Maße gebildet wird. So fand ich wenigstens die Kerne gewöhnlich bei Phacus und Anisonema, KLEBS neuestens bei Euglena Ehrenbergii. Auch die interessante Oxyrrhis besitzt nach den Untersuchungen BLOCHMANN's einen derartigen Nucleus.«

Nach meinen Beobachtungen an Euglena viridis Ehrenberg gelange ich zu einer von der Auffassung BÜTSCHLI's ganz abweichenden Anschau-

ung über die Bedeutung der von KLEBS an Euglena beobachteten Kernstrukturen.

Wie oben geschildert sind bei Euglena viridis nach geeigneter Fixirung und Färbung etwa mit Hämatoxylin und Orange, im Kerne deutlich zahlreiche Chromosomen und der sog. Nucleolus, den ich Nucleolo-Centrosoma nenne, zu erkennen. Unter gewissen Umständen zeigt der Kern aber ein ganz anderes Bild, das mit den von BÜTSCHLI mitgetheilten Verhältnissen übereinstimmt. Der Kern ist dann mehr körnig oder netzartig, enthält mehrere nucleolusartige Massen oder nichts von einem sog. Nucleolus. Diese Veränderungen des Kerns habe ich bei Euglena regelmäßig auftreten sehen, wenn die Organismen sich längere Zeit in meinen Vorrathsgläsern befunden hatten und im Absterben begriffen waren; es handelt sich demnach um Erscheinungen pathologischer, regressiver Natur. Ich habe die verschiedensten Stadien beobachtet, welche die fortschreitende Auflösung der Chromosomen und des Nucleolus erkennen lassen. Die Kerne, in welchen derartige Veränderungen vor sich gehen, sind von kugeliger Gestalt und meist bedeutend größer als normale. BÜTSCHLI (12) hat wahrscheinlich diese pathologisch veränderten Kerne schon gesehen, da er erwähnt, dass er mehrfach Euglenen beobachtet habe, deren Kern durch irgend welche Umstände stark aufgequollen war. In Fig. 19 sind die Chromosomen zum Theil aufgelöst, andere oder Reste solcher liegen an der Peripherie des Kernes, während im Inneren gekörnte Maschen bemerkbar sind. Das Nucleolo-Centrosoma ist noch erhalten, liegt aber in der Nähe der Kernmembran. Fig. 20 zeigt im Kernraum ein sphärisches Maschenwerk; die Chromosomen sind alle verschwunden, das Nucleolo-Centrosom weist eine starke Einschnürung auf. In Fig. 21 ist das Nucleolo-Centrosom bedeutend kleiner geworden, das Maschenwerk des Kernes zeigt in den Knotenpunkten größere Ansammlungen von Substanz, die vielleicht identisch sind mit den dichteren, nucleolusartigen Massen, die KLEBS von Euglena sanguinea beschreibt. Die Frage, ob diese Massen vom Nucleolo-Centrosom herstammen oder chromatischer Natur sind, lasse ich offen. Die Kerne, welche auch das Nucleolo-Centrosom verloren haben, enthalten im Inneren ein weitmaschiges Wabenwerk, dessen Knotenpunkte deutlicher hervortreten. Dass es sich um ein Wabenwerk und nicht um eine Gitterkugel handelt, geht daraus hervor, weil die entsprechend veränderten Kerne auf der Schnittfläche stets ein flächenartig ausgebreitetes Netz zeigen; würde es sich um Hohlkugeln handeln, so müsste man gelegentlich auch kreisförmige Zeichnungen in den vom Schnitt getroffenen Kernen beobachten, was aber nie der Fall ist. Das Maschenwerk der verän-

derten Kerne färbt sich, wenn auch nicht besonders gut, mit den gewöhnlichen Kerntinktionsmitteln.

Es dürfte wohl wahrscheinlich sein, dass es sich in den von Bütschli angeführten Fällen, in welchen die Kerne ein so wechselndes Bild bieten, um eine ähnliche Destruktion des Kerns handelt, wie ich sie bei Euglena beobachten konnte.

Neuss am Rhein, im April 1895.

Litteraturverzeichnis.

1. van Beneden et Neyt Nouvelles recherches sur la fécondation et la division mitosique chez l'ascaride mégalocephale. Bull. Ac. R. Belg. T. XIV. Nr. 8. 1887.
2. H. Blanc, Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles. 3. Sér. Vol. XXIX. Lausanne 1893.
3. Blochmann, Bemerkungen über einige Flagellaten. Diese Zeitschr. Bd. XL. 1884.
4. Derselbe, Kleine Mittheilungen über Protozoen. Biol. Centralbl. Bd. XIV. Nr. 3. 1894.
5. Derselbe, Über die Kerntheilung bei Euglena. Biol. Centralbl. Bd. XIV. Nr. 5. 1894.
6. Boveri, Zellstudien. 1887—1890.
7. Brauer, Zur Kenntnis der Spermatogenese von Ascaris megalocephala. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLII. 1893.
8. Derselbe, Über die Encystirung von Actinosphaerium Eichhorni. Diese Zeitschrift. Bd. LVIII, 2. Heft. 1894.
9. Bütschli, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und der Konjugation der Infusorien. Abhandl. d. Senckenberg. naturforsch. Gesellschaft. Bd. X. 1876.
10. Derselbe, Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreiches. I. Bd. Protozoa, 2. Abth. Mastigophora.
11. Derselbe, Ebenda. 3. Abth. Infusorien.
12. Derselbe, Über den Bau der Bakterien und verwandter Organismen. Leipzig 1890.
13. Drüner, Zur Morphologie der Centralspindel. Jen. Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. XXVIII, 4. Heft.
14. Fisch, Untersuchungen über einige Flagellaten und verwandte Organismen. Diese Zeitschr. Bd. XLII. 1885.
15. Flemming, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. 1882.
16. Derselbe, Neue Beiträge zur Kenntnis der Zelle. Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. XXXIII. 1891.
17. M. Heidenhain, Über Kern und Protoplasma. Festschr. für A. v. Kölliker. 1892.
18. Derselbe, Untersuchung über die Centralkörper und ihre Beziehung zum Kern und Zellprotoplasma. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XLIII. 1894.

19. Hermann, Beitrag zur Lehre von der Entstehung der karyokinetischen Spindel. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXXVII. 1891.
20. O. Hertwig, Die Zelle und die Gewebe. 1892.
21. R. Hertwig, Über den Bau und die Entwicklung der Spirochona gemmipara. Jen. Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. XI. 1877.
22. Derselbe, Über die Kerntheilung bei Actinosphaerium Eichhorni. Jen. Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. XVII. 1884.
23. Derselbe, Über die Konjugation der Infusorien. Abhandl. der kgl. Bayer. Akad. der Wissensch. II. Kl. Bd. XVII. Abth. 1. 1889.
24. Humphrey, Nucleolen und Centrosomen. Vorläuf. Mittheilung. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. XII, 5. Heft. 1894.
25. Ishikawa, Über die Kerntheilung bei Noctiluca miliaris. Vorl. Mitth. Ber. der naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg. Bd. VIII. 1894.
26. Derselbe, Studies of Reproductive Elements. Nuctiluca miliaris; its Division and Spore-formation. Journal of the College of Science, Imperial University, Japan. Vol. VI, Pt. IV. 1894.
27. Karsten, Über Beziehungen der Nucleolen zu den Centrosomen bei Psilotum triquetrum. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. XI, 10. Heft. 1893.
28. Klebs, Über die Organisation einiger Flagellaten-Gruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien. Untersuch. aus d. botan. Institut zu Tübingen. Bd. I, 2. Heft. 1883.
29. Lauterborn, Über Bau und Kerntheilung der Diatomeen. Vorl. Mitth. Verhandl. des naturhist.-medic. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. V, 2. Heft. 1893.
30. Derselbe, Zool. Centralblatt. 1. Jahrg. Nr. 15. 1894. Protozoa.
31. v. la Valette St. George, Spermatologische Beiträge. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXVIII.
32. Maupas, Le rajeunissement karyogamique chez les ciliés. Arch de Zool. expér. et général. 2. Série. Tome VII. 1889.
33. Pfitzner, Zur Kenntnis der Kerntheilung bei den Protozoen. Morphol. Jahrb. Bd. XI. 1885.
34. Platner, Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Theilungserscheinungen. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXXIII.
35. Schaudinn, Über Kerntheilung mit nachfolgender Körpertheilung bei Amoeba crystalligera. Sitzungsber. d. Kgl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. Phys.-math. Klasse. Bd. XXXVIII. 1894.
36. Schewiakoff, Über die karyokinetische Kerntheilung bei Euglypha alveolata. Morphol. Jahrb. Bd. XIII.
37. Zacharias, Indirekte Kerntheilung bei Ceratium hirundinella. Forschungsber. aus der biolog. Station Plön. 1894.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XI.

Sämmtliche Abbildungen sind von Euglena viridis Ehrenberg, und zwar mit Ausnahme von Fig. 15—18 nach Schnittpräparaten angefertigt. Die Vergrößerung beträgt, wenn nicht besonders angegeben, ca. 1200 : 1.

Fig. 1. Frei bewegliches Individuum. Geißel abgeworfen. Kern im Ruhezustande. Vergr. ca. 800 : 1. Nach einem Orange-Hämatoxylinpräparate.

Fig. 2. Individuum und Kern im Ruhezustande. Nach einem Orange-Hämatoxylinpräparate.

Fig. 3. Das gestreckte Nucleolo-Centrosom nimmt den ganzen Durchmesser des Kerns ein; Polenden des Nucleolo-Centrosoms wenig verdickt. Chromosomen im spitzen Winkel zum Nucleolo-Centrosom geneigt. Nach einem Eisenalaun-Hämatoxylinpräparate mit Bordeauxvorfärbung.

Fig. 4. Nucleolo-Centrosom gestreckt. Chromosomen parallel dem Nucleolo-Centrosom. Nach einem Orange-Hämatoxylinpräparate.

Fig. 5. Differenzirung des Nucleolo-Centrosoms in die beiden Polstücke und das dünnere Mittelstück. Nach einem Eisenalaun-Hämatoxylinpräparate mit Bordeauxvorfärbung.

Fig. 6. Chromosomen bilden einen äquatorialen Ring um das Nucleolo-Centrosom. Nach einem Orange-Hämatoxylinpräparate.

Fig. 7. Kern oberflächlich angeschnitten. Mehrere Chromosomen mit Längsspaltung. Rechts unten ziehen vier sehr feine Fäserchen von der Kernmembran nach den Chromosomen hin. Nach einem Eisenalaun-Hämatoxylinpräparate.

Fig. 8. Nucleolo-Centrosom mit Vacuolen in den beiden Polstücken. Chromosomen theilweise Schleifen bildend. Stadium der Umordnung der Chromosomen. Nach einem Eisenalaun-Hämatoxylinpräparate.

Fig. 9. Streckung des Nucleolo-Centrosoms. Auseinanderweichen der Chromosomen. Nach einem Eisenalaun-Hämatoxylinpräparate.

Fig. 10. Mittelstück des Nucleolo-Centrosoms stark ausgezogen. Zwischen den aus einander gewichenen Chromosomen eine schmale äquatoriale Zone frei. Nach einem Eisenalaun-Hämatoxylinpräparate.

Fig. 11. Chromosomen sammeln sich um die Polstücke des Nucleolo-Centrosoms, dessen Mittelstück als feinste Linie noch eben sichtbar ist. Nach einem Orange-Hämatoxylinpräparate.

Fig. 12. Ruhendes Individuum mit zwei Tochterkernen. Nach einem Orange-Hämatoxylinpräparate.

Fig. 13. Zwei Tochterindividuen von einer feinen gemeinsamen Hülle umgeben. Nach einem Orange-Hämatoxylinpräparate.

Fig. 14. Kern im Zustande der Ruhe. Vom Nucleolo-Centrosoma gehen drei feine Fädchen aus. Nach einem Eisenalaun-Hämatoxylinpräparate.

Fig. 15—18. Optische Durchschnitte von unzertheilten Euglenen. Kern im Zustande der Ruhe. Färbung mit Pikrokarmin zur Darstellung der im Protoplasma gelegenen, mit einem Hofe umgebenen Körnchen. Fig. 17 zwei Körnchen von einem gemeinsamen Hofe umgeben.

Fig. 19—21. Pathologisch veränderte Kerne mit beginnender bezw. vollständiger Auflösung der Chromosomen und Destruktion des Nucleolo-Centrosoms. Fig. 19 nach einem Orange-Hämatoxylinpräparate. Fig. 20 und 21 nach Bordeaux-Eisenalaun-Hämatoxylinpräparaten.

Protozoenstudien.

III. Über eine Süßwasserart der Gattung Multicilia Cienkowsky (M. lacustris nov. spec.) und deren systematische Stellung.

Von

Robert Lauterborn.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Heidelberg.)

Mit Tafel XII.

Im Jahre 1881 wurde von Cienkowsky (3) unter dem Namen Multicilia marina ein sehr eigenartiger Organismus beschrieben, welcher durch den Besitz zahlreicher, über die ganze Körperoberfläche vertheilter Geißeln ausgezeichnet war und darum als eine Art Mittelform zwischen den Flagellaten und den ciliaten Infusorien ein erhöhtes Interesse gewann. Da Cienkowsky's Arbeit in russischer Sprache geschrieben ist, und daher auch nur einem beschränkten Kreise der Zoologen zugänglich sein dürfte, mag es nicht überflüssig erscheinen, wenn ich hier den Passus über Multicilia in extenso mittheile, zumal ich auch in Folgendem noch öfters darauf zurückzukommen haben werde[1].

Cienkowsky giebt von Multicilia folgende Beschreibung:

»Multicilia besteht aus einer nackten Anhäufung farblosen Protoplasmas, mit zerstreuten Geißeln auf der Oberfläche versehen. Im Inneren finden sich weder Kerne noch kontraktile Vacuolen; auch eine Mundöffnung fehlt. Die Fortbewegung geschieht langsam rotirend und ist durch schwache Bewegungen der Geißeln bedingt. Daneben ist der Körper schwacher Kontraktionen fähig und kann auch seine Form verändern, doch ist nie ein Einströmen des Plasmas in die neuentstandenen Pseudopodien zu beobachten, wie es bei Amöben geschieht. Die Geißeln sind etwas länger als der Körper. Feste Nahrung wurde im Inneren der Multicilia nie bemerkt. Bis jetzt nur eine einzige Art, Multicilia marina,

[1] Ich verdanke die Übersetzung des betreffenden Theils der Cienkowsky'schen Arbeit der Freundlichkeit des Herrn cand. zool. Joukowsky in Heidelberg.



zwischen Entomorpha im Hafen des Klosters[1]. Dasselbe Thier habe ich später auch im Schwarzen Meer, in der Krim und bei Odessa gefunden, aber nur in einer sehr beschränkten Anzahl von Exemplaren. So viel mir bekannt ist, giebt es in der Abtheilung der Flagellaten keine Art, die auf der ganzen Oberfläche mit Geißeln versehen wäre und kann darum Multicilia als einzige Vertreterin einer besonderen Familie der Flagellaten gelten. So lange nicht der Begriff »Geißel« und »Cilie« genau begrenzt ist, kann Zweifel entstehen, ob dieses Thier nicht einfach zu den Ciliaten zu rechnen ist. Dieser Zweifel kann nur durch zukünftige Beobachtung der Entwicklungsgeschichte von Multicilia gelöst werden.

Diagnose: Protoplasmatischer Körper von veränderlicher Form, ohne Kern und kontraktile Vacuole. Viele Geißeln.«

Wenige Jahre später (1884) fand Gruber (5) im Hafen von Genua die nämliche oder doch eine sehr nahe verwandte Form und beschrieb dieselbe, ohne von Cienkowsky's Arbeit Kenntnis zu haben, nach einem einzigen Exemplare als Polymastix sol. In einer späteren Arbeit (6) kommt Gruber noch einmal auf diese Form zurück, wobei er seine frühere Beschreibung in mehreren Punkten ergänzt und in einer Nachschrift hierzu sich von der Identität der Gattung Polymastix mit Multicilia überzeugt, nachdem schon vorher Bütschli (2) Polymastix als Synonym zu Multicilia gezogen hatte.

Im März dieses Jahres hatte ich nun das Glück in den an interessanten Thierformen so reichen Diatomeenrasen des Altrheins bei Neuhofen[2] einen Organismus aufzufinden, welcher sich bei näherer Untersuchung als eine neue Art der bisher nur aus dem Meere bekannten Gattung Multicilia erwies; wegen ihres Vorkommens im Süßwasser mag dieselbe darum den Namen Multicilia lacustris führen. Natürlich benutzte ich nach Möglichkeit die so unerwartet gebotene Gelegenheit den interessanten und bezüglich seiner systematischen Stellung noch so unsicheren Organismus etwas eingehender zu untersuchen, wodurch ich im Stande bin die Beobachtungen meiner Vorgänger nach mehreren Richtungen hin zu erweitern und zu vertiefen. Wenn hierbei nicht alle Organisationsverhältnisse gleich eingehend geschildert werden konnten, so liegt das daran, dass mir trotz eifriger Bemühungen nur relativ wenige (etwa 20—25) Exemplare der Multicilia lacustris zu Gesicht kamen, deren Isolirung aus den Anhäufungen zahlloser Diatomeen dazu noch mit einigen Schwierigkeiten verknüpft war. —

Der protoplasmatische, auf seiner ganzen Oberfläche mit langen Geißeln bedeckte Körper der Multicilia lacustris besitzt im All-

[1] Gemeint ist das Kloster auf den Solowetzky'schen Inseln im Weißen Meere, wo sich eine Zoologische Station befindet.

[2] Etwa 6 km südlich von Ludwigshafen am Rhein.

gemeinen eine kugelige Gestalt, welche indessen öfters auch in eine mehr ovale übergehen kann, da der Organismus schwach amöboider Bewegungen fähig ist. Sein Durchmesser beträgt 0,030—0,040 mm. Eine besonders differenzirte Hülle ist nicht vorhanden und bildet die oft auch schon im Leben sehr deutlich hervortretende Alveolarschicht (Taf. XII, Fig. 4 *av*) des Plasmakörpers die Begrenzung nach außen. Das Innere der Multicilia lacustris war bei allen untersuchten Individuen erfüllt von zahlreichen grünen Körpern, die indessen keine Zoochlorellen sind, sondern lediglich die Zellkörper eines Chlamydomonas, die als Nahrung von außen aufgenommen wurden.

Auf der ganzen Oberfläche dieses kugeligen Körpers erheben sich zahlreiche[1] ziemlich lange Geißeln, welche meist annähernd radiär angeordnet sind und dadurch der Multicilia ein sehr charakteristisches, fast heliozoenartiges Aussehen verleihen. Die Länge dieser Geißeln, welche ihren Ursprung aus der äußersten Schicht des Körperplasmas nehmen, beträgt durchschnittlich das 1,5—2fache des Körperdurchmessers, doch finden sich daneben öfters auch bedeutend kürzere (Taf. XII, Fig. 1 u. 2). Sie erscheinen stets vollkommen homogen, bei hoher Einstellung hell und glänzend, bei tieferer dunkel und sind in ihrer ganzen Ausdehnung überall gleich breit, d. h. gegen das freie Ende hin nicht merklich verschmälert, verhalten sich somit in ihren optischen Eigenschaften ganz wie die Geißeln typischer Flagellaten, z. B. einer Euglena.

Auch in ihren Bewegungserscheinungen bieten die Geißeln der Multicilia große Ähnlichkeit mit denjenigen der Flagellatengeißeln dar, doch scheint es, als wenn sie so lebhafte Schlängelungen und Windungen, wie sie z. B. die Geißel einer Euglena häufig zeigt, nicht zu vollführen im Stande wären. Nur selten und meist nur auf kurze Zeit sind sie ganz gerade ausgestreckt und dann ohne merkbare Bewegung; gewöhnlich sieht man sämmtliche Geißeln der Multicilia langsam hin- und herschlagende oder pendelnde Bewegungen ausführen, wobei ihr freies Ende sich oft stark bogenförmig hin- und herkrümmt oder sich mehr oder weniger lebhaft schlängelt, ja bisweilen sogar ösen- oder schlingenförmig umbiegt (Taf. XII, Fig. 1 *oe*). Durch die vereinte Thätigkeit dieser Geißeln kommt auch die Fortbewegung der Multicilia zu Stande, wobei das Thier langsam um seine Achse rotirt. Die hierbei erzielte Geschwindigkeit ist übrigens ziem-

[1] Eine genaue Zählung der Geißeln ist nicht gut durchführbar; an mit Osmiumsäure fixirten Exemplaren konnte ich ca. 40—50 wahrnehmen.

lich gering, denn ein Exemplar, das ich genauer kontrollirte, legte in 25 Sekunden nur einen Weg von 0,090 mm zurück.

Ein Einziehen der Geißeln wurde in keinem Falle beobachtet, eben so wenig das Entstehen einer neuen Geißel. Äußeren Eingriffen widerstehen dieselben kräftig, da sie an sehr stark gedrückten oder selbst vollständig zerquetschten Thieren keine besondere Veränderung erleiden; eben so erhalten sich die Geißeln auch bei Zusatz von Alkohol, der den Organismus rasch tödtet, abgesehen davon, dass sie sich an ihren freien Enden spiralig einrollen. Kurz, die ganze optische Erscheinung, die Art und Weise der Bewegung, das Verhalten gegen Reagentien etc. — Alles lässt wohl zweifellos erkennen, dass bei Multicilia wirkliche Geißeln vorhanden sind, und nicht etwa nur fadenförmige Pseudopodien, wie man vielleicht bei oberflächlicher Betrachtung annehmen könnte, denn letztere werden ja bei Rhizopoden und Heliozoen eingezogen, sobald ein stärkerer Druck auf sie einwirkt, und lassen sich auch nur sehr schwer einigermaßen ausgestreckt fixiren.

Bei gewissen Gelegenheiten kommt es indessen bei Multicilia auch zur Bildung wirklicher Pseudopodien; so bei der Nahrungsaufnahme, wie unten näher geschildert werden wird. Auch sonst, d. h. wenn keine Nahrung aufgenommen wird, sieht man bisweilen, dass sich zwischen den Geißeln kurze stummelförmige, oft etwas gekrümmte Plasmafortsätze erheben, die nach einiger Zeit oft wieder eingezogen werden; es ist wahrscheinlich, dass aus ihnen die bei der Nahrungsaufnahme thätigen Pseudopodien sich entwickeln. Gruber (6) hat ähnliche Plasmafortsätze bei Polymastix sol beobachtet. Ja sogar wirkliche Pseudopodien, mit deren Hilfe sich Multicilia nach Art der Rhizopoden fortbewegte, habe ich unter gewissen anormalen Bedingungen sich bilden sehen. Unterwirft man nämlich die Multicilia einem immer stärker werdenden Druck, indem man das mit Wachsfüßchen versehene Deckglas immer mehr dem Objektträger anpresst, so verliert der Körper des Thieres seine kugelige Gestalt und nimmt lappige Umrisse an. Hierbei zeigte sich an einem von mir etwa zwei Stunden lang beobachteten stark komprimirten Thiere die sehr auffallende Erscheinung, dass an verschiedenen Stellen nach einander das Plasma bruchsackartig über die Oberfläche hervorquoll, sich hier in Gestalt eines anscheinend vollkommen homogenen Peudopodiums eine Strecke weit längs des Randes ausbreitete, worauf der grüne Inhalt des Körpers in dasselbe nachströmte. Indem sich dieser Vorgang öfters wiederholte, rückte Multicilia ganz wie ein Rhizopode langsam vom Platze. Die Geißeln erschienen hierbei nicht betheiligt, da sie größtentheils auf einem der vorherrschenden Bewegungsrichtung

entgegengesetzten Bezirk des Körpers vereinigt ohne lebhaftere Bewegung verharrten. Übrigens darf hierbei nicht außer Acht gelassen werden, dass eine Fortbewegung mittels der Geißeln schon durch die starke Pressung, welcher der Organismus unterworfen wurde, ausgeschlossen war.

Wenden wir uns nun zur inneren Organisation. Wie bereits hervorgehoben wurde, entbehrt der kugelige Körper der Multicilia einer besonderen Hülle; auch wurde keine Differenzirung des Plasmas in Ekto- und Entoplasma beobachtet. Die Alveolarschicht, welche den Körper nach außen begrenzt, tritt sowohl im optischen Durchschnitt als auch bei Ansicht von der Fläche — in letzterem Falle als sehr feinmaschiges Netzwerk — deutlich hervor, besonders an den mit Osmiumsäuredämpfen fixirten Exemplaren. Sie enthält stets zahlreiche kleine glänzende Körnchen eingelagert, die aber ziemlich ungleichmäßig vertheilt sind (vgl. Taf. XII, Fig. 4). Das Innere des Körpers war bei allen untersuchten Individuen derart vollgepfropft mit verschieden großen grünen Zellen einer Chlamydomonas-Species, dass die Untersuchung sehr erschwert wurde. Kerne fanden sich bei den von mir daraufhin untersuchten Exemplaren der Multicilia lacustris in der Mehrzahl vor; das auf Taf. XII, Fig. 3 abgebildete Exemplar enthielt fünf Nuclei. Im Leben ist von ihnen wegen der zahlreichen Nahrungskörper nur ab und zu an günstigen Stellen etwas zu sehen; viel deutlicher treten sie hervor, wenn man die Multicilia stark presst oder selbst zerquetscht und mit Essigsäuremethylgrün (oder einem ähnlichen andern Farbstoff) färbt. Dann erscheint jeder Kern als rundliches Bläschen, welches in seinem Inneren einen relativ großen »Binnenkörper« (Nucleolus) umschließt, der manchmal eine verwaschen netzig-wabige Struktur erkennen lässt. Einen ähnlich gebauten Kern fand GRUBER (6) in der Einzahl bei Polymastix sol, während CIENKOWSKY für Multicilia marina das Vorhandensein eines Kerns bestimmt verneint — eine Angabe, die wohl zweifellos den thatsächlichen Verhältnissen nicht entspricht.

Kontraktile Vacuolen wurden bei Multicilia marina (Polymastix sol) weder von CIENKOWSKY noch von GRUBER beobachtet, doch scheint mir trotzdem ein Fehlen noch keineswegs sicher zu sein. Bei Multicilia lacustris fand ich auf der ganzen Oberfläche unmittelbar unter der Alveolarschicht sehr zahlreiche kleine Vacuolen, welche sich langsam kontrahirten. Dieselben sind indessen nur sehr schwer und nur bei Anwendung stärkster Systeme etwas deutlicher wahrzunehmen (vgl. Taf. XII, Fig. 4).

Die Nahrungsaufnahme geschieht bei Multicilia lacustris

nach meinen Beobachtungen in der Weise, wie sie sonst bei den Rhizopoden gewöhnlich ist, d. h. mit Hilfe pseudopodienartiger Fortsätze. So weit ich bis jetzt bemerken konnte, werden ausschließlich Flagellaten und zwar merkwürdigerweise nur Exemplare von Chlamydomonas gefressen, trotzdem der Fundort der Multicilia von den verschiedensten anderen Flagellaten, wie Euglena, Trachelomonas, Hymenomonas, Cryptomonas, Chroomonas etc. geradezu wimmelte. Die Individuen von Chlamydomonas verfangen sich bei ihrem rastlosen Hin- und Herschwärmen mit ihren Geißeln in denjenigen der Multicilia und werden von diesen festgehalten. Dann erhebt sich an der betreffenden Stelle an der Oberfläche des Multicilia-Körpers ein aus körnigem Plasma bestehender Fortsatz, welcher die Beute umfasst und langsam in das Innere hineinzieht, wie aus Fig. 2 Taf. XII, hervorgeht, wo zwei verschiedene Stadien der Nahrungsaufnahme abgebildet sind. Die Verdauung im Inneren geht jedenfalls nur sehr langsam vor sich, da bei der großen Mehrzahl der Chlamydomonas-Exemplare die grünen Chromatophoren und deren kugeliges Pyrenoid stets deutlich wahrnehmbar bleiben. Die unverdaulichen Reste der Nahrung sammeln sich in Gestalt brauner körniger Massen (Fig. 2 *ex*) an, und werden schließlich an einer beliebigen Stelle des Körpers ausgestoßen.

Die Vermehrung der Multicilia erfolgt auf dem Wege der Zweitheilung, die einmal intra vitam verfolgt wurde; der betreffende Vorgang ist auf Taf. XII, Fig. 5—9 nach dem Leben abgebildet. Das sich zur Theilung anschickende Exemplar fiel mir bei der Durchmusterung einer Schlammprobe sofort durch seine ovale Gestalt auf (Fig. 5). Isolirt und bei starker Vergrößerung untersucht ließ dasselbe schon nach kurzer Zeit in seiner Mitte eine Anfangs nur seichte Einschnürung erkennen, die sich aber rasch immer mehr vertiefte, so dass das Thier schließlich eine deutlich biskuitförmige Gestalt besaß (Fig. 6). Nach Verlauf weniger Minuten verschmälerte sich die aus farblosem körnigen Plasma bestehende Einschnürung immer mehr, wobei sie sich durch das Auseinanderweichen der beiden Theilhälften gleichzeitig immer mehr in die Länge streckte (Fig. 7). Schließlich waren beide annähernd kugelige Theilhälften nur noch durch eine lange dünne Plasmabrücke verbunden (Fig. 8), die dann in ihrer Mitte durchriss, worauf beide Theilhälften sich von einander entfernten, aber noch längere Zeit an der Trennungsfläche einen schmalen, am Ende etwas zugespitzten plasmatischen Fortsatz erkennen ließen (Fig. 9). Der ganze Theilungsvorgang spielte sich ziemlich rasch, in noch nicht ganz einer Viertelstunde ab; die Geißeln erschienen hierbei meist gerade ausgestreckt und ohne

lebhaftere Bewegung. Das Verhalten der Kerne konnte der zahlreichen Nahrungskörper halber nicht genauer ermittelt werden. —

Multicilia lacustris wurde von mir bis jetzt nur im Altrhein bei Neuhofen gefunden, wo ich sie im März dieses Jahres bei Gelegenheit meiner faunistischen Studien entdeckte. Sie bewohnt hier in Gesellschaft zahlreicher Rhizopoden, Flagellaten und Ciliaten die braunen Diatomeenrasen, welche während der kälteren Jahreszeit an seichten Stellen selbst unter einer dicken Eisdecke überaus üppig vegetiren. Multicilia gehört zu den seltensten Mitgliedern dieser an Arten und Individuen fast unerschöpflich reichen Winterfauna, denn ich habe, wie bereits erwähnt, trotz eifrigen Suchens nur etwa 20—25 Exemplare erhalten. Erschwert wird das Auffinden noch ganz besonders dadurch, dass der Organismus unter den zahllosen hin und hergleitenden Diatomeen und schwärmenden Flagellaten nur wenig hervortritt und überdies bei schwacher (etwa hundertfacher) Vergrößerung eine sehr große Ähnlichkeit mit einer kugelig kontrahirten Euglena hat. —

Wenden wir uns nun zur Frage nach der systematischen Stellung der Gattung Multicilia, so betreten wir ein Gebiet, auf welchem eine sichere Entscheidung nicht leicht ist, denn Multicilia vereinigt in ihrer Organisation Merkmale verschiedener Abtheilungen der Protozoen. Der Besitz zahlreicher Geißeln ist eine Eigenthümlichkeit, welche die Mastigophoren charakterisirt; die amöboide Bewegung des Körpers, welche so auffallend unter starkem Druck hervortritt, sowie die Art und Weise der Nahrungsaufnahme erinnert stark an entsprechende Verhältnisse bei gewissen Sarkodinen, während aus der großen Zahl der über die ganze Körperoberfläche gleichmäßig vertheilten Geißeln sich ohne besonderen Zwang Beziehungen zu den Ciliaten erkennen lassen dürften.

Es fragt sich nun, welche Eigenthümlichkeiten in der Organisation der Multicilia als ausschlaggebend zu betrachten sind, wenn es sich darum handelt, ihr einen Platz im System der Protozoen anzuweisen. Da scheint es mir nun am einfachsten, Multicilia — unbeschadet ihrer Beziehungen zu anderen Gruppen — der formenreichen Klasse der Mastigophoren einzureihen, denen sie durch den Besitz zahlreicher Geißeln wohl doch am nächsten stehen dürfte. Von den vier Ordnungen — den Flagellata, Choanoflagellata, Cystoflagellata, Dinoflagellata —, in welche Bütschli in seinem grundlegenden Werke (2) die Mastigophoren sondert, kann für uns natürlich nur die erste in Betracht kommen.

Schwieriger wird nun aber die Sache, wenn wir noch weiter gehen und die Unterabtheilung der Flagellaten bestimmen wollen, zu

welcher Multicilia gehört. BÜTSCHLI (2) hat die Gattungen der Flagellaten auf vier Unterabtheilungen, die Monadina, Euglenoidea, Isomastigoda und Heteromastigoda, vertheilt, während KLEBS (7), der neueste Bearbeiter des Flagellatensystems, hier fünf Abtheilungen, nämlich Protomastigina, Polymastigina, Euglenoidina, Chloromonadina, Chromomonadina unterscheidet. Von der KLEBS'schen Eintheilung können bei der Frage nach der systematischen Stellung von Multicilia nur die Gruppe der Protomastigina (welche BÜTSCHLI's Monadina, Isomastigoda und Heteromastigoda sowie dessen Choanoflagellata umfasst) oder die Gruppe der Polymastigina (auf Angehörige der BÜTSCHLI'schen Isomastigoda gegründet) in die engere Wahl kommen. Vergleichen wir nun aber die Merkmale, welche nach der Auffassung von KLEBS die beiden Gruppen charakterisiren sollen, mit den Organisationsverhältnissen der Multicilia, so ergiebt sich bald, dass gerade das für letztere besonders Charakteristische — so die radiäre Gestalt, die große Zahl der über die ganze Oberfläche gleichmäßig vertheilten Geißeln, die Fähigkeit an jeder beliebigen Stelle des Körpers Nahrung aufzunehmen u. A. — weder in der KLEBS'schen Charakterisirung der Protomastigina noch in derjenigen der Polymastigina eigentlich recht zum Ausdruck gelangt. Will man nun nicht die eine oder andere Charakteristik bedeutend modificiren, um die Aufnahme einer so eigenartigen Form wie Multicilia zu ermöglichen, so dürfte es sich vielleicht empfehlen, für Multicilia eine eigene Unterordnung zu errichten, welche man als die der **Holomastigina** bezeichnen könnte, und die den oben aufgezählten fünf KLEBS'schen Unterordnungen zu koordiniren wäre.

Ich verkenne hierbei durchaus nicht, dass es immerhin eine etwas missliche Sache ist auf eine bis jetzt überhaupt nur zwei Arten umfassende Gattung gleich eine neue Unterordnung zu begründen. Indessen ist doch aber auch andererseits zu berücksichtigen, dass Multicilia in ihrer Organisation eine ganze Reihe von Eigenthümlichkeiten darbietet, die schon CIENKOWSKY bedeutend genug erschienen um Multicilia als Vertreterin einer besonderen Familie der Flagellaten gelten zu lassen. Auch BÜTSCHLI hat die isolirte Stellung der Gattung wohl erkannt und deren wahrscheinliche Beziehungen zu den Ciliaten besonders betont, doch schien es ihm bei dem damaligen Stand der Kenntnisse noch verfrüht, ihr eine bestimmte Position im System anzuweisen und eventuell eine besondere Gruppe der Prociliata für sie zu errichten.

Die Gruppe der Holomastigina lässt, wie im Vorstehenden bereits angedeutet wurde, zu verschiedenen Abtheilungen der Proto-

zoen verwandtschaftliche Beziehungen erkennen, die ich — ohne das unsichere Gebiet phylogenetischer Spekulationen zu betreten — in Folgendem noch kurz skizziren möchte.

Zunächst dürfte es keinem Zweifel unterliegen, dass Multicilia noch zahlreiche Beziehungen zu den Sarkodinen, und zwar sowohl zu den Rhizopoden als zu den Heliozoen, aufweist. Die Fähigkeit amöboider Bewegungen, die Nahrungsaufnahme mit Hilfe pseudopodienartiger Fortsätze des Körperplasmas, schließlich wohl auch die Art und Weise der Theilung sowie das Vorhandensein mehrerer bläschenförmiger Kerne dürften diese Beziehungen zu den Rhizopoden am besten illustriren, während in der radiären Anordnung der zahlreichen Geißeln sowie auch in der Nahrungsaufnahme wohl Anklänge an die Heliozoen gefunden werden könnten. Nicht ohne Wichtigkeit für die Beurtheilung der verwandtschaftlichen Beziehungen scheint mir noch der Umstand zu sein, dass auch den Bewegungserscheinungen der Geißeln von Multicilia wenigstens bis zu einem gewissen Grade etwas Entsprechendes bei Rhizopoden zur Seite gestellt werden kann. Es giebt nämlich unter den letzteren einige Formen, deren fadenförmig ausgezogene Pseudopodien im Stande sind mehr oder weniger lebhafte geißelnde Bewegungen zu vollführen. So hat Amoeba radiosa nach Bütschli's (1) Beobachtungen »zeitweilig die Fähigkeit, mit ihren fein ausgezogenen, häufig schlingenförmig umgebogenen Enden leicht hin und her zu schwingen oder sich anhaltend drehend zu bewegen«. In noch stärkerem Maße als bei Amoeba radiosa findet sich diese Fähigkeit bei dem von Claparède und Lachmann (4) beschriebenen Podostoma filigerum entwickelt, dessen Pseudopodien selbst heftig geißelnde Bewegungen vollführen können.

Unter Berücksichtigung aller dieser Thatsachen dürfte meines Ermessens Multicilia wohl unbedenklich als ein weiteres Mitglied jener so interessanten Gruppe konnektenter Formen betrachtet werden, die, wie Dimorpha, Mastigamoeba, Ciliophrys, Mastigophrys etc. Merkmale von Sarkodinen und Mastigophoren in ihrer Organisation vereinend, die Kluft zwischen diesen beiden Abtheilungen überbrücken.

Was die verwandtschaftlichen Beziehungen der Holomastigina zu den ciliaten Infusorien anbelangt, so scheinen mir dieselben weniger innige zu sein als jene zu den Sarkodinen, wennschon sich nicht verkennen lässt, dass die große Zahl formbeständiger (d. h. nicht einziehbarer) von der ganzen Körperoberfläche ausgehender plasmatischer Fortsätze, wie es die Geißeln der Multicilia sind, eine Eigenthümlichkeit darstellen, die unter den Protozoen ihr Analogon wohl nur in den zahlreichen plasmatischen Cilien der Infusorien findet. Bei dem jetzigen

Stande unserer Kenntnisse scheint mir Multicilia darum auch in Übereinstimmung mit Bütschli's (2) schon früher geäußerten Ansicht, am meisten den Anforderungen zu entsprechen, welche man an eine »Urform« der Ciliaten stellen kann, weit mehr jedenfalls als jene Formen, denen man in neuester Zeit theilweise die Vermittlerrolle zwischen Flagellaten und Ciliaten zuerkennen will. Sowohl das interessante Spironema multiciliatum Klebs (7) und Trichonema gracile Möbius (8) (vom Entdecker als »Cilioflagellate« bezeichnet), als auch die merkwürdige, zur Gruppe der »Mastigotricha« gehörige Maupasia paradoxa Schewiakoff (9) scheinen mir doch bereits zu sehr specifisch differenzirt, um mit größerer Wahrscheinlichkeit als »Übergangsformen« von den Flagellaten zu den Ciliaten betrachtet zu werden. Denn — ohne sich in Vermuthungen über die Herkunft der Ciliaten zu verlieren — dürfte doch so viel sicher sein, dass deren Abtrennung und selbständige Weiterentwicklung schon sehr frühe erfolgt sein muss, wesshalb auch gerade jene Formen mit der relativ größten Wahrscheinlichkeit als Ausgangspunkt (resp. Übergang zu einer weniger hoch differenzirten Protozoenklasse) zu betrachten sind, die wie Multicilia nicht nur Merkmale von Ciliaten und Mastigophoren, sondern daneben auch noch solche von Sarkodinen in ihrer Organisation vereinigen.

Als Resultat der vorliegenden Untersuchungen würde sich etwa folgende Charakteristik der Gattung Multicilia ergeben.

Klasse: **Mastigophora.**
Ordnung: **Flagellata.**
Unterordnung: **Holomastigina** (Lauterborn).

Körper nackt, schwach amöboider Bewegungen fähig, auf seiner ganzen Oberfläche mit langen Geißeln bedeckt. Keine besondere Mundöffnung, sondern Nahrungsaufnahme an jeder beliebigen Stelle der Oberfläche mit Hilfe pseudopodienartiger Fortsätze des Körperplasmas.

Gattung: Multicilia Cienkowsky (emend. Lauterborn).
Syn.: Polymastix Gruber.

Körper ziemlich klein (0,020—0,040 mm), kuglig oder schwach oval, amöboider Bewegungen fähig, ohne besondere Hülle. Auf seiner ganzen Oberfläche mit zahlreichen langen, das 1,5—3fache des Körperdurchmessers erreichenden Geißeln bedeckt, zwischen welchen manchmal kurze stummelförmige plasmatische Fortsätze. Keine Differenzirung in Ekto- und Entoplasma. Kerne in Einzahl oder in Mehrzahl vorhanden von »bläschenförmigem« Bau. Kontraktile Vacuolen bei einer Art beobachtet, sehr zahlreich, dicht unter der Oberfläche. Nahrungsaufnahme auf thierische Weise mit Hilfe pseudopodienartiger plumper

Fortsätze des Körpers. Vermehrung, so weit bekannt, durch einfache Zweitheilung im beweglichen Zustande.

Zwei Arten.

1. Multicilia marina Cienkowsky[1].
(Polymastix sol. Gruber.)

Körper kuglig, farblos, ziemlich lebhafter amöboider Bewegungen fähig. Geißeln bis dreimal so lang als der Körperdurchmesser. Kern in Einzahl vorhanden. Kontraktile Vacuole noch nicht beobachtet. Nahrungsaufnahme?

Durchmesser des Körpers 0,020—0,030 mm.

Vorkommen: Weißes Meer, Schwarzes Meer (Cienkowsky); Mittelmeer im Hafen von Genua (Gruber).

2. Multicilia lacustris Lauterborn.

Körper kuglig oder etwas oval, im normalen Zustande nur schwach amöboider Bewegungen fähig. Äußerste Schicht des Körperplasmas mit zahlreichen eingelagerten Körnchen. Geißeln 1,5—2mal so lang als der Körperdurchmesser, öfters von ungleicher Länge. Kern in Mehrzahl vorhanden; kontraktile Vacuolen klein, sehr zahlreich, dicht unter der Oberfläche gelagert. Das Innere des Körpers stets erfüllt von gefressenen Flagellaten (Chlamydomonas sp.)

Durchmesser des Körpers: 0,030—0,040 mm.

Vorkommen: Im süßen Wasser. Bis jetzt nur im Diatomeenschlamm des Altrheins bei Neuhofen, südlich von Ludwigshafen a. Rh. (Lauterborn).

Die vorliegende Arbeit wurde auf dem Zoologischen Institut zu Heidelberg ausgeführt und hatte sich dieselbe stets des lebhaften Interesses meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Prof. Bütschli, zu erfreuen. Ich erfülle eine angenehme Pflicht, wenn ich demselben auch an dieser Stelle meinen innigsten Dank ausspreche.

Ludwigshafen a. Rhein, 29. April 1895.

---

[1] Obwohl die Beschreibungen Cienkowsky's und Gruber's in mehreren nicht unwesentlich erscheinenden Punkten von einander differiren, möchte ich doch an der Identität von Multicilia marina und Polymastix sol schon darum festhalten, weil Gruber selbst in einer Nachschrift zu seiner Arbeit (6) erklärt hat, dass für ihn die Identität von Polymastix sol und Multicilia marina keinem Zweifel unterliege.



Litteratur.

1. Bütschli, Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten und verwandter Organismen. in: Diese Zeitschr. Bd. XXX (1878). p. 205—281.
2. Bütschli, Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Protozoa. 1880 bis 1889.
3. Cienkowsky, Bericht über Exkursionen ins Weiße Meer. in: Arbeiten der St. Petersburger Naturf. Gesellschaft. Bd. XII (1881). Russisch.
4. Claparède et Lachmann, Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. (1858 bis 1861.)
5. Gruber, Die Protozoen des Hafens von Genua. in: Nova Acta Acad. C. L. C. N. Cur. Vol. XLVI (1884).
6. Gruber, Über einige Rhizopoden aus dem Genueser Hafen. in: Ber. d. Naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. B. Bd. IV (p. 33—44). 1888.
7. Klebs, Flagellatenstudien. in: Diese Zeitschr. Bd. LV (1892). p. 265—445.
8. Möbius, Bruchstücke einer Infusorienfauna der Kieler Bucht. in: Archiv für Naturgesch. 1888.
9. Schewiakoff, Über die geographische Verbreitung der Süßwasserprotozoen. in: Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de St. Pétersbourg, VIIe Série. Tome XLI. No. 8. (201 pag.) 1893.

Erklärung der Abbildungen.

Buchstabenbezeichnungen:

av, Alveolarschicht;
chl, als Nahrung aufgenommene Exemplare von Chlamydomonas;
cv, kontraktile Vacuolen;
ex, unverdauliche Reste der Nahrung;
nu, Nucleus;
oe, ösenförmig umgebogenes Ende einer Geißel;
pl, plasmatischer Fortsatz der Oberfläche.

Tafel XII.

Multicilia lacustris nov. spec.

Fig. 1. Nach dem Leben. Gewöhnliches kugeliges Exemplar mit zahlreichen Geißeln. Oben ein stummelförmiger Plasmafortsatz. Im Inneren zahlreiche Nahrungskörper (*chl*), links ein bläschenförmiger Kern sichtbar (*nu*). Im optischen Durchschnitt gezeichnet.

Fig. 2. Ein Exemplar im Moment der Nahrungsaufnahme. Links und rechts e ein Exemplar von Chlamydomonas, von pseudopodienartigen Fortsätzen ergriffen.

Fig. 3. Ein Exemplar unter starkem Druck (vgl. p. 240). Körper mit unregelmäßigen Umrissen, vorn das bruchsackartige hyaline Pseudopodium. Im Inneren fünf bläschenförmige Kerne sichtbar.

Fig. 4. Kleines Stück der Oberfläche. Man sieht die Alveolarschicht, die kontraktilen Vacuolen (*cv*) und die Körnchen.

Fig. 5—9. Theilung. Nach dem Leben.

Fig. 5. Die Kugelgestalt ist in eine ellipsoidale übergegangen.

Fig. 6. Beginn der mittleren Einschnürung.

Fig. 7. Die Einschnürung ist weiter vorgeschritten.

Fig. 8. Theilung fast vollendet; beide Theilhälften noch durch eine schmale farblose Plasmabrücke mit einander verbunden.

Fig. 9. Ein Theilsprössling unmittelbar nach Durchschnürung der verbindenden Plasmabrücke.

Sämmtliche Figuren sind bei Seibert Ap. 2 mm, Oc. VIII gezeichnet, jedoch in verschiedenem Maßstabe.

Über die Regeneration herausgeschnittener Theile des Centralnervensystems von Regenwürmern.

Von

Benedict Friedlaender.

Mit Tafel XIII und XIV.

Im LVIII. Bande von PFLÜGER's Archiv habe ich einige Versuche über die Physiologie des Gehirns und des Bauchstranges von Regenwürmern mitgetheilt. Es waren den Würmern Stücke des Bauchstranges, das Unterschlund- oder das Oberschlundganglion ausgeschnitten worden, nach Methoden, welche in jener Mittheilung ausführlich beschrieben sind. Ich wünschte nun zu erfahren, ob und wie jene Verletzungen reparirt werden würden. Da im Verlaufe der physiologischen Versuche ein Verschwinden der charakteristischen Bewegungsstörungen nicht zur Beobachtung gelangte, so war zu erwarten, dass die Wiederherstellung, wenn sie überhaupt zu Stande kam, jedenfalls längere Zeit in Anspruch nehmen würde. Weil nun ferner von gefangenen Regenwürmern meist ein großer Theil ziemlich bald zu sterben pflegt, so operirte ich in den ersten Tagen des August eine größere Zahl auf einmal, und hielt sie in Erde bis zu Anfang Oktober. Es zeigte sich dann, dass die meisten der Thiere mit Bauchmarkslücke noch immer beim Kriechen die charakteristischen Störungen zeigten; nur bei wenigen waren sie so gut wie verschwunden; diejenigen Thiere hingegen, denen das Oberschlundganglion herausgeschnitten war, bewegten sich wie normale Regenwürmer. Die Zahl der Versuchsthiere war inzwischen stark zusammengeschmolzen, und da sich gerade in jenen Tagen wieder eine große Sterblichkeit einstellte, so fürchtete ich, auch noch den Rest zu verlieren und konservirte daher die wenigen übrig gebliebenen nach den bewährten und früher beschriebenen Methoden gegen Mitte Oktober; einige mit Sublimatalkohol, die anderen mit 1%iger Osmiumsäure. Auch trug ich

Sorge, das eine der Thiere mit Bauchmarkstücke, welches keine Bewegungsstörung mehr zeigte, getrennt zu halten. Die Sublimatpräparate wurden dann mit dem MAYER'schen alkoholischen Karmin gefärbt, dem ich wegen der Bequemlichkeit der Anwendung und seiner sicheren Wirkung den Vorzug zu geben pflege, besonders auch weil man die Präparate beliebig lange Zeit darin liegen lassen kann, ohne Maceration befürchten zu müssen. Schließlich wurden die Theile der Würmer, in denen die verletzten Strecken lagen, in Querschnittsserien zerlegt, da ich auf diese Weise noch die verhältnismäßig beste Ausnutzung des etwas spärlichen Materials zu erreichen hoffte.

Um die früheren Stadien zu erhalten, wurden außerdem im Laufe des Winters eine Anzahl von Bauchmarks- und Gehirnausschneidungen vorgenommen und die Thiere in geeigneten Zwischenzeiten getödtet.

Ehe ich aber zur Beschreibung der Regenerationserscheinungen selbst übergehe, sei es mir gestattet, meine Ansicht über Untersuchungen dieser Art überhaupt auszusprechen. Ganz kurz gesagt, halte ich sie für sehr viel schwieriger, als man zu erwarten geneigt ist, ehe man sie selbst versucht hat.

Die Untersuchungen über die Regeneration, z. B. von peripheren wie auch centralen Theilen des Nervensystems höherer Thiere sind ja sehr zahlreich, und trotzdem ist man selbst bei diesen an sich viel besser gekannten Dingen von einer Übereinstimmung in den wichtigsten Fragen weit entfernt; so sagt z. B. einer der letzten Autoren auf diesem Gebiete, OTTO V. BÜGNER [1], mit vollem Rechte, dass Betreffs der Entstehungsweise der neuen Fasern »alle nur denkbaren Ansichten über die histologische Regeneration der Nerven und über die Genese der neuen Fasern ihre Vertreter gefunden« haben. Und ähnlich STRÖBE [2] (p. 168): »Fast sämmtliche Möglichkeiten, die a priori ausdenkbar sind, haben in Bezug auf diese beiden Punkte [Entstehungsort und Entstehungsweise der jungen Fasern] ihre Vertreter gefunden.«

Es lässt sich auch die Ursache jener Schwierigkeiten in wenigen Worten zusammenfassen. Die Regeneration ist eine ununterbrochene Kette von Veränderungen, die sich als solche der direkten mikroskopisch-histologischen Beobachtung überhaupt entziehen. Durchsichtige Eier von Seethieren kann man unter günstigen Umständen Schritt für Schritt im lebenden Zustande stätig beobachten; von den Regenerationsvor-

[1] O. v. BÜGNER, Über die Degenerations- und Regenerationsvorgänge am Nerven nach Verletzungen. in: ZIEGLER's Beiträge zur patholog. Anatomie und allgem. Pathologie. Bd. X (1891).

[2] H. STRÖBE, Experimentelle Untersuchungen über Degeneration und Regeneration peripherer Nerven nach Verletzungen. in: ZIEGLER's Beiträge etc. Bd. XIII. p. 160—278.

gängen, die für die makroskopische Betrachtung zu klein, für eine unmittelbare mikroskopische Beobachtung aber zu groß und zu undurchsichtig sind, kann man hingegen nur gleichsam mehr oder minder zahlreiche Augenblicksbilder erhaschen, nach denen man die Zwischenstufen, so gut oder vielmehr schlecht das geht, vermuthungsweise ergänzt.

Mit dieser Erklärung bezwecke ich nichts Anderes, als die Nachsicht des Lesers zu erbitten, wenn er sich etwa wegen der Nichtbeantwortung vieler und naheliegender Fragen enttäuscht fühlen sollte. An Präparaten, die für dies oder jenes scheinbar »beweisend« sind, und die leicht zu apodiktischen Behauptungen verleiten könnten, ist kein Mangel. Allein, mir scheint gerade hier die Schwierigkeit der Beurtheilung und zugleich die Verführung zu Voreiligkeiten ganz besonders groß zu sein, und ich ziehe es vor, lieber wenig, aber Sicheres, als vieles Fragliche bekannt zu geben. So macht meine Arbeit durchaus keinen Anspruch auf Vollständigkeit, und eine Nachuntersuchung mit noch mehr Aufwand von Material, Zeit und Geduld, vielleicht auch mit besseren Methoden oder besonderen Kunstgriffen mag noch Manches ans Licht bringen.

Litteratur. Die Angaben über Regenerationserscheinungen bilden zusammen eine recht umfangreiche Litteratur; eine reichhaltige Zusammenstellung findet man namentlich in den Jahresberichten von Barfurth [1].

Von Untersuchungen, die sich ohne Weiteres mit den hier zu besprechenden vergleichen lassen, sind mir jedoch nur die von Loeb [2] und später von P. Mingazzini [3] angestellten Regenerationsversuche an Ascidien bekannt; wenigstens sind es die einzigen, bei denen, so viel ich weiß, die nervösen Centralorgane eines wirbellosen Thieres bei isolirter Ausschneidung auf ihre Reparationsfähigkeit untersucht worden sind. Das Nachwachsen ganzer Körpertheile, z. B. auch von Anneliden- Vorder- oder Hintertheilen, mitsammt den zugehörigen Abschnitten des Centralnervensystems, ist denn doch nicht ganz derselbe Fall; eben so wenig lassen sich die ziemlich zahlreichen, meinen Versuchen im Übrigen ähnlichen Experimente an Wirbelthieren als im Wesentlichen identisch ansehen, davon abgesehen, dass, wie die Referate Barfurth's ergeben, auch dort noch keineswegs eine hinrei-

[1] Barfurth, Kapitel über »Regeneration«. in: »Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte«, herausgegeben von Merkel u. Bonnet. Bd. I—III. 1891—1893.

[2] Loeb, Untersuchungen zur physiologischen Morphologie der Thiere. Bd. II. p. 37. Würzburg, Hertz, 1892.

[3] P. Mingazzini, Sulla rigenerazione nei Tunicati. in: Bollettino della Società di Naturalisti. Napoli 1891.

chende Übereinstimmung der verschiedenen Beobachter erreicht worden ist. Ganz dasselbe gilt, wie schon gesagt, auch von den Untersuchungen über die intimeren Vorgänge bei der Regeneration der peripheren markhaltigen Faser der Wirbelthiere. Trotz der seit langer Zeit sehr oft und von verschiedenen Forschern angestellten Versuche und histologischen Untersuchungen, zeigen noch die jüngsten Angaben aus diesem Jahrzehnt verschiedene und mit einander nicht vereinbare Angaben. Dass wenigstens einige jener Autoren demnach das fragliche Problem, das »Wie« jener Regeneration, nicht gelöst haben können, wird ihnen Niemand zum Vorwurf anrechnen, der sich selbst auf jenem äußerst schwierigen Gebiete versucht hat; das Einzige, was in Zukunft und überhaupt wünschenswerth sein möchte, das wäre eine strengere Scheidung des völlig Sicheren von mehr oder minder unsicheren Vermuthungen oder gar bloßen Annahmen. Ganz sicher sind nun, wie gesagt, wegen der Unmöglichkeit einer kontinuirlichen Verfolgung der histologischen Vorgänge, meist nur die zu einer gewissen Zeit erreichten Zustände; wie aber jene Zustände erreicht wurden, welche Bewegungen, Änderungen etc. stattgefunden haben, das beruht eben gleichsam auf Interpolationen, die zwar im günstigsten Falle einen sehr hohen Grad von Wahrscheinlichkeit haben mögen, die aber immerhin doch mehr oder minder problematisch bleiben und daher besser von dem Sicheren auch formell und äußerlich zu trennen sind. Aber selbst hierbei kann man auf Schwierigkeiten stoßen; es wichen nämlich bei meinen Versuchen die einzelnen Thiere in einigen Beziehungen nicht unwesentlich unter einander ab. Nicht kontrollirbare Abweichungen der Art der beigebrachten Verletzung, verschiedenes Alter der Versuchsthiere, individuelle Verschiedenheiten, nicht eruirbare Zufälligkeiten müssen die Ursache jener Abweichungen sein; auch ist zu bedenken, dass die Innehaltung gleicher Zeiten seit der Verletzung noch nicht das gleiche Stadium der Regeneration verbürgt; denn, wie bereits lange bekannt, verhalten sich die Thiere je nach Jahreszeit, Alter, Temperatur und anderen, z. Th. auch schwer zu ermittelnden individuellen Umständen, verschieden in Bezug auf die Geschwindigkeit der Regeneration.

Nur eine sehr große Zahl von Wiederholungen desselben Versuches könnte auch bloß die Frage entscheiden, was denn eigentlich das häufigste, das normale oder typische Verhalten sei. Zwar habe ich manche der hier zu beschreibenden Vorgänge ausnahmslos in wesentlich derselben Weise verlaufen sehen; aber in den Einzelheiten kamen immer und in einigen anscheinenden Hauptpunkten wenigstens mitunter recht ansehnliche Verschiedenheiten vor, so dass ich überzeugt bin, dass die Wiederholung derselben Versuche durch Andere eben Resultate ergeben könnte,

die in so manchen Dingen von meinen vielleicht eben so sehr abweichen, wie meine einzelnen Versuchsthiere unter einander abwichen; dies war auch einer der Hauptgründe, wesswegen ich der photographischen Abbildung auch dieses Mal den Vorzug gegeben habe. Immerhin haben meine Versuche eine Anzahl von sicheren Thatsachen ergeben, die auch in allen Fällen so ziemlich dieselben waren, und die mir ein hinreichendes Interesse zu haben scheinen, um ihre Veröffentlichung zu rechtfertigen. Dabei ist es eigentlich ein Zufall, dass sich manche der wichtigeren jener Thatsachen gerade auf die von mir schon früher ausführlicher beschriebenen LEYDIG'schen Fasern beziehen; in dieser Hinsicht ist demnach die vorliegende Arbeit als die Fortsetzung jener eben erwähnten anzusehen.

Genauer untersucht habe ich die Regeneration des Oberschlundganglions, sowie diejenige von Stücken des Bauchmarks, die ich hinter dem Clitellum exstirpirt hatte; mehr cursorisch diejenige des Unterschlundganglions, sowie ganzer Hinter- und Vorderenden, welch' letztere ja schon von Anderen wiederholt untersucht worden ist. Die Verheilung von Wunden des Hautmuskelschlauches habe ich an zahlreichen Thieren und an Stadien verschiedenen Alters zu studiren versucht; allein gerade bei diesem scheinbar so einfachen Vorgange traf ich auf die größten Schwierigkeiten und habe desswegen darüber nur wenig zu berichten. Eine der natürlich am allernächsten liegenden Hauptfragen bei Regenerationsversuchen ist die nach dem Woher der regenerirten Gewebspartien; von welchen Zellen oder Bestandtheilen des Körpers überhaupt geht die Regeneration aus? Welches ist die Art und Weise der Umwandlung in solche Gewebselemente, die den ursprünglich entfernten gleichen? Wenn man nun auf völlige Zuverlässigkeit der Beobachtungen hält, so stellen sich eben hier fast unüberwindliche Schwierigkeiten in den Weg; Schwierigkeiten, welche die Regenerationsforschung nur noch mit gewissen embryologischen Untersuchungen theilen dürfte und die darin bestehen, dass sich von irgend welchen, an der Wundstelle vorgefundenen oder nach Ablauf bestimmter Fristen entstandenen Gewebspartien nachher eben nicht mit Sicherheit angeben lässt, woher sie denn eigentlich gekommen seien. Hierbei ist namentlich auch an die von einigen Forschern beobachtete Thatsache zu erinnern, dass mitunter an Wunden Zellen amöboid werden, die das sonst nicht sind; und wenn man nun ferner in Betracht zieht, dass die jungen Zellen sehr verschiedener Gewebsarten einander sehr ähnlich sein können, so wird man fast geneigt sein, jene Fragen für zum Theil nahezu hoffnungslos anzusehen, falls nicht besondere Kunstgriffe erfunden werden.

Die Verheilung von Wunden des Hautmuskelschlauches.

Schon früher habe ich berichtet, dass in der Regel Schnittwunden des Hautmuskelschlauches bei Regenwürmern in sehr kurzer Zeit verheilen. Bei meinen letzten Versuchen im Winter und mit einer kleineren Art[1], war dies womöglich in noch höherem Grade der Fall, und ich habe, entgegen meinen früheren Beobachtungen, in einem Falle sogar eine Wunde, welche den Darmtractus verletzt hatte, heilen sehen. Um nun die näheren Vorgänge bei der Wundheilung des Hautmuskelschlauches besser studiren zu können, schnitt ich bei einer Anzahl von Würmern, meist in den vorderen Segmenten, anstatt nur einen Schnitt zu machen, ein Stück des Hautmuskelschlauches von einigen Millimeter Länge und eben so viel Breite ganz heraus. Die Thiere waren immer, wie früher angegeben, alkoholisirt. Schon wenige Stunden nach der Operation, nachdem sich auch die Beweglichkeit wieder eingefunden hat, bedeckt sich die Wundfläche mit einem trüben, zähen, weißlichen Schleime. Am nächsten Tage ist diese Schleimbedeckung bedeutend kompakter geworden, zugleich zieht sie sich beträchtlich zusammen, so dass die Wundfläche bedeutend verkleinert und die angrenzenden Partien einander genähert werden, wobei es natürlich oft zu mehr oder minder auffallenden Verzerrungen kommt. Mit der Zeit wird die Wunde äußerlich immer weniger auffallend, wenn auch die Verzerrung bestehen und die Farbe lange Zeit hindurch ein wenig verschieden bleibt. Untersucht man etwas von dem eben erwähnten Schleime, der die Wunde schon nach ganz kurzer Zeit bedeckt, unter dem Mikroskop bei starker Vergrößerung, so sieht man, dass er größtentheils aus unzähligen Zellen besteht, die sich so dicht an einander gelegt haben, dass man sie meist nur am Rande der Schleimflocke unterscheiden kann. Sie sind äußerst blass, haben viele, spitz zulaufende Pseudopodien, die langsame amöboide Bewegungen machen; kurz, es sind die typischen Leukocyten des Regenwurms, deren Gestalt vielleicht am besten mit derjenigen der Rosskastanien mitsammt der grünen Schale verglichen werden kann. Will man nun diese allem Anschein nach im Wesentlichen nur aus Leukocyten bestehende Wundausfüllung auf Schnitten studiren, so stößt man auf eine technische Schwierigkeit, die darin besteht, dass bei der durch die Abtödtung des Wurmes gesetzten Reizung meist so starke Muskelkontraktionen ausgelöst werden, dass die Wunde aufreißt, und das

[1] Die kleine Art, an der ich die Verheilung der Hautwunden und die früheren Stadien der Gehirnregeneration studirte, war nach der freundlichen Bestimmung eines Exemplares durch Herrn Dr. COLLIN die *Allolobophora caliginosa* (Sav.).

Präparat vollständig verdirbt; um dies zu vermeiden, musste ich wieder zur Alkoholisirung mit etwa 4—5%igem Alkohol meine Zuflucht nehmen, was wohl zu beachten ist, indem hierdurch möglicherweise, wie sogleich aus einander gesetzt werden wird, eine Fehlerquelle eingeführt sein könnte. Das jüngste untersuchte Stadium war 4 Stunden alt und zeigte bereits im Ganzen dasselbe Aussehen wie ein bis zwei Tage alte Stadien.

Auf Querschnitten von Karminpräparaten sieht man Folgendes. Die Wundausfüllung hebt sich sogleich von dem angrenzenden normalen Gewebe durch ihren außerordentlichen Reichthum an gefärbten Zellkernen ab, in dem Grade, dass schon bei makroskopischer Betrachtung des Schnittes die betreffende Stelle durch ihr rötheres Aussehen auffällt. Die Zellkerne sind von deutlich unterscheidbaren Zellleibern umgeben. Beide, Zellen wie Kerne, sind in den peripheren Theilen der Wundausfüllung stark spindelförmig gestreckt, und zwar verläuft der größere Durchmesser bei ihrer großen Mehrzahl in der Verlängerung des angrenzenden Ringmuskelsystems des Wurmes, so dass, von dem viel größeren Kernreichthum abgesehen, die Zellen in der Wundausfüllung fast wie Fortsätze der glatten Fasern des Ringmuskelsystems aussehen; womit natürlich durchaus nicht etwa behauptet werden soll, dass jene Zellen, die, wie gesagt, eben wohl nichts Anderes sein können wie Leukocyten, auf dem Wege seien, sich in Muskelfasern umzuwandeln. Kerntheilungsfiguren habe ich weder bei diesem, noch bei älteren Stadien auffinden können, wohl aber sehr intensiv gefärbte, unregelmäßig geformte Gebilde etwa von Größe der Kerne, oder darunter, die nach Ansicht des Herrn Dr. Schaudinn den Eindruck von degenerirenden oder zerfallenden Kernen machen. Dennoch möchte ich aus später ersichtlichen Gründen keineswegs geradezu sagen, dass unter diesen Umständen Kerntheilungsfiguren nicht vorkämen; denn die Ursachen, die zum Übersehen der Mitosen führen können, sind zahlreich und aus später ersichtlichen Gründen habe ich sogar eher Grund anzunehmen, dass Mitosen vorhanden und mir nur aus irgend einem Grunde entgangen seien. In den meisten Fällen reichte die Schicht spindelförmiger Zellen bis zur Wundoberfläche; nur in einem Präparate von 24 Stunden Alter zeigten sich als oberste Schicht einige Lagen fast kugelrunder Zellen mit gleichfalls runden Kernen; diese waren auch entschieden größer als diejenige der Spindelzellen und hatten eine ziemlich gleichmäßige rothe Färbung, während die Kerne der Spindelzellen ein deutliches Chromatingerüst aufwiesen. Ich muss mich jeden Urtheils darüber enthalten, was jene kugeligen Zellen eigentlich für Gebilde seien; man möchte z. B. an amöboid ge-

wordene Epithelzellen denken, die von dem Wundrande des normalen Epidermisepithels stammen und vielleicht zur Regeneration der Epithelzellen dienen könnten. Auch darüber weiß ich nichts, wesswegen jene Schicht runder Zellen meist fehlte; es liegt hier die schon angedeutete Befürchtung nahe, das jene Zelllage, die ohnehin einen sehr lockeren Eindruck machte, vielleicht bei der Abtödtung oder der Alkoholisirung verloren gegangen sein könnte. Schon in sehr jungen Stadien zeigte es sich, dass das normale Epithel am Wundrande, nicht wie sonst der Ringmuskellage unmittelbar aufliegt, sondern es findet sich, und zwar ausnahmslos, eine ansehnliche Zahl von Zellen zwischen Epidermis und Muskellage, die sich anscheinend dazwischen geschoben haben; ihre Zahl ist unmittelbar am Wundrande am größten und nimmt mit der Entfernung von diesem ab. Trotz Anfertigung und Betrachtung von Präparaten verschiedener Stadien mag ich auch über die Art und Weise der Epithelregeneration keine bestimmte Ansicht äußern; in manchen Fällen war deutlich zu sehen, wie vom Wundrande, d. h. dem normalen Epithel aus eine Schicht immer kleiner werdender Zellen sich über einen Theil der Wunde herüber erstreckte; dies zeigt z. B. das 24 Stunden alte Präparat in Fig. 19. Hiernach würden vielleicht manche Beobachter ein Auswachsen des normalen Epithels über die Wunde als sichere Thatsache aussprechen; ich ziehe aber vor, dies nicht zu thun, da ich anstatt des Schnittes in Fig. 19 auch andere von verschiedenem Aussehen hätte abbilden können. Auch im normalen Epithel am Wundrande habe ich Kerntheilungsfiguren niemals gefunden, will aber auch hier ihr Vorhandensein nicht geradezu bestreiten. An älteren Präparaten, und schon früher an solchen, bei denen nur eine einfache Schnittwunde, aber keine Excision vorgenommen war, geht bereits über die Wunde ein vollständiges Epithel sammt Cuticula: jedoch sind die Epithelzellen sehr viel niedriger als die normalen. Die Grenze zwischen dem normalen Epithel und der Wundoberfläche ist zwar in den ersten Tagen immer deutlich erkennbar, aber doch nicht so scharf, wie man vielleicht glauben möchte. Die dem Wundrande nächsten Epithelzellen sind nämlich oft in der Weise etwas geneigt, dass ihr peripheres Ende nach der Wunde zu weist; je weiter man sich von der Wunde entfernt, um so mehr nähern sich die Zellen ihrer normalen, senkrechten Stellung. Hierzu kommt noch die schon erwähnte, anscheinende Einwanderung von Leukocyten unter die Basis der Epidermiszellen. An einigen Präparaten erstreckte sich von dem normalen Epithel ein ziemlich stark gefärbter Saum über einen Theil der Wundoberfläche; er enthielt Kerne, ließ aber keine Zellgrenzen erkennen. Ich erwähne dies, ohne dafür eine Deutung versuchen zu

wollen; Deutungen zu machen ist leicht, besonders wenn man schon von vorn herein eine vorgefasste Meinung hat; sicher zu gehen ist hier aber sehr schwer.

Die Regeneration des Oberschlundganglions.

Die Anfang August operirten Würmer hatten bis Mitte Oktober das Oberschlundganglion so vollkommen regenerirt, dass ich beim Ansehen der ersten Präparatenserie fast glaubte, es sei eine Verwechslung vorgekommen, und erst das übereinstimmende Verhalten aller Würmer sowie erneute Beobachtungen und Versuche erlauben mir, es als völlig sicher auszusprechen, dass die Regenwürmer das isolirt ausgeschnittene Oberschlundganglion meistentheils vollständig regeneriren. Noch ehe ich meine ersten Präparate angefertigt hatte, theilte mir der damals in Berlin anwesende Herr Prof. MORGAN mündlich mit, dass er sich bereits früher von derselben Thatsache durch den Versuch überzeugt habe, so dass hierfür also die Priorität dem genannten Herrn gebührt, auch wenn er die Sache nicht publicirt hat. Es war bei meinen Würmern der Hautmuskelschlauch zur Herausnahme des Oberschlundganglions in der Medianlinie geöffnet worden, und die Spuren hiervon noch Mitte Oktober an den Präparaten sichtbar geblieben. Jene Zellen, die sich an der Schnittwunde des Epithels, wie oben angegeben, zwischen Epithel und Ringmuskellage einfinden, waren nämlich noch deutlich sichtbar vorhanden, und zwar zu beiden Seiten der Medianlinie, in ansehnlicher Entfernung von dieser. Betreffs der Gehirnregeneration stand ich also einer völlig vollendeten Thatsache gegenüber und musste daher, zur Erlangung jüngerer Stadien, den Versuch wiederholen.

Ich experimentirte im Winter, wie erwähnt, mit einer anderen viel kleineren Art, der Allolobophora caliginosa (Sav.). Zur Untersuchung gelangten Stadien von 5, 8, 14 und 20 Tagen; nach Ablauf dieser Frist etwa war bei jener Art im Winter (November bis Januar) die Regeneration fertig[1]. Die Schnittwunde des Hautmuskelschlauches ist in der oben angegebenen Weise dicht mit kernreichem Gewebe, höchst wahrscheinlich Leukocyten, angefüllt; und ähnliche Zellen nehmen im Ganzen auch die durch die Herausnahme des Gehirns erzeugte Lücke ein. Vielfach haben sie sich auch dort unter Streckung zur Spindelform zu Strängen angeordnet, die von der Schnittwunde an die Leibeshöhle in der Peripherie stellenweise dicht umkleideten. Aber auch in ansehnlicher Entfernung von der Wunde wimmelte die

[1] Es sei auch hervorgehoben, dass ich diese Versuchsthiere im Winter meist in Löschpapier hielt, wodurch möglicherweise die Regeneration verzögert wurde.

ganze Leibeshöhle von anscheinenden Wanderzellen, die sich zwischen den Muskellagen, am Bauchmark und so ziemlich überall in großen Mengen angefunden hatten. Man erinnere sich nun daran, dass vom Oberschlundganglion des Regenwurms zwei Paare großer Nervenfaserstränge entspringen; das eine Paar wendet sich nach hinten und umzieht dann als Schlundring den Darm, um sich mit dem Unterschlundganglion, und so mit dem ganzen Bauchstrang zu verbinden; das andere Paar geht nach vorn. Natürlich lenkte ich mein Hauptaugenmerk auf die Stümpfe jener großen nach vorn ziehenden Nerven, sowie der Schlundkommissuren. Diese Stümpfe sind nun immer von einer dichten Lage eines kernreichen, kompakten Gewebes umgeben, welches ich gleichfalls als hauptsächlich aus Leukocyten bestehend anzusehen geneigt bin. Ich werde hinfort jenes Gewebe, ohne über seine Herkunft oder Bedeutung damit ein bestimmtes Urtheil abzugeben, einfach als »Regenerationsgewebe« bezeichnen. Sonst hätte ich es ja auch »Leukocytengewebe« nennen können, da ich beim Verheilen der Wunden des Hautmuskelschlauches seine Herkunft aus Leukocyten in hohem Grade wahrscheinlich machen konnte und weil es in den anderen Fällen, in denen es ja gleichfalls an den Wundrändern und von diesen ausgehend, in einem Theil der durch die Ausschneidungen geschaffenen Lücken auftritt, im Wesentlichen eben so aussieht; aber, wie schon gesagt, halte ich die größte Zurückhaltung bei der Interpolirung der muthmaßlichen Vorgänge zwischen verschiedenen Regenerationsstadien für angebracht. — Die Zellen und Zellkerne des Regenerationsgewebes, welche unmittelbar an die Hauptnervenstümpfe angrenzen, sind meist deutlich spindelförmig gestreckt, in der Weise, dass ihre Längsachsen dem Kontour des Nervenstumpfes parallel verlaufen, wie dies auf Fig. 21 einigermaßen zu sehen ist.

Hier ist nun ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass in allen Theilen des Centralnervensystems des Regenwurms solche spindelförmige Zellkerne auch normalerweise vorkommen, wie u. A. auch ich sie schon in meiner ersten Arbeit beschrieben, abgebildet und als Bindegewebszellkerne bezeichnet habe. Demnach ist es nicht ohne Weiteres möglich, die Herkunft dieser an der Peripherie der Nervenstümpfe liegenden Zellen mit Bestimmtheit zu ergründen, also etwa mit Sicherheit ausschließlich auf Leukocyten zurückzuführen. In jenen Partien kommen Mitosen vor. Niemals habe ich Nervengewebe in der durch die Ausschneidung erzeugten Lücke auftreten sehen, sondern es scheint sich, so weit meine Beobachtungen reichen, das regenerirende Nervengewebe ausschließlich an die Stümpfe des vorhandenen anzusetzen; d. h., wie man zu sagen pflegt, das regenerirte Gewebe »entsteht von dem gleichartigen, vor-

handenen aus« — womit aber wenig bewiesen ist, weder in diesem, noch nach meiner Ansicht, in andern Fällen. Ich hüte mich natürlich vor der Behauptung, dass das regenerirte Gewebe von den Leukocyten abstamme — aber ich weiß nicht, wie man diese doch bestehende Möglichkeit ganz widerlegen will. Mag sein, dass die Leukocyten nur zum »provisorischen Wundverschlusse« dienen, und dass das regenerirende Gewebe durch ein Auswachsen der Stümpfe des normalen entsteht, wie dies die herrschende, und wohl auch die wahrscheinlichste Annahme ist; mir scheint es jedoch so, als ob eine etwa thatsächliche Umwandlung der den Wundstümpfen anliegenden Leukocyten in andersartige Gewebselemente nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden könne.

In einem späteren (14 Tage alten) Stadium war es zur Bildung von neuer Nervenfasermasse in der Querrichtung des Wurms gekommen; die Fasermasse war dicht mit massenhaften kleinen Zellkernen umgeben, und das Ganze offenbar die Anlage des neuen Oberschlundganglions.

Am meisten Licht wirft vielleicht auf die Art und Weise der Regeneration eine Missbildung, die ich an einem Exemplar einer anderen größeren unbestimmten Art[1], der das Oberschlundganglion herausgeschnitten war, und dessen Altersangabe leider verloren ging, an einer vollständigen Schnittserie mit Sicherheit beobachtete. Hier waren nämlich die beiden nach vorn gehenden Nerven mit den gleichseitigen Schlundkommissuren verwachsen, aber es war zu keiner queren Bildung, d. h. zu keiner eigentlichen oder normalen Gehirnregeneration gekommen; dafür hatten sich auf beiden Seiten ansehnliche Anschwellungen gebildet, mit zahlreichen kleineren und größeren Ganglienzellen, also, wenn man so will, ein doppeltes, symmetrisches Oberschlundganglion. Es sei dabei auch noch bemerkt, dass dieser Wurm vor seiner Tödtung die von mir beschriebene Bewegungsstörung der Würmer ohne Oberschlundganglion eben so wenig zeigte, wie die Würmer, die ein normales, unpaares Gehirn regenerirt hatten; so weit also unsre allerdings erst kaum in den allerersten Anfängen stehenden Kenntnisse der Funktionen des Oberschlundganglions reichen, scheint nicht nur eine histologische, sondern auch eine physiologische Regeneration stattzufinden, und dabei jenes abnorme, paarige Gehirn dieselben Dienste zu leisten, wie das normale, unpaare.

Die Regeneration von Bauchmarksstücken.

Am ausführlichsten habe ich die Regeneration von Stückchen des Bauchmarks studirt, die ich hinter dem Clitellum, nach den früher mitgetheilten Methoden, entfernt hatte.

[1] Wahrscheinlich, aber nicht sicher Lumbricus herculeus.



Die Regeneration nimmt mindestens eine lange Zeit in Anspruch, und es ist einigermaßen fraglich, ob sie immer, d. h. auch bei sehr langen Excisionen zum Erfolge, nämlich zum Zusammenwachsen der beiden Stümpfe führt; von meinen Würmern war dies nach $2^1/_2$ Monaten nur bei einem einzigen Exemplare der Fall, und zwar gerade bei demjenigen, an dem ich vor der Abtödtung keine Bewegungsstörung mehr mit Sicherheit bemerken konnte, was entschieden dafür spricht, dass es hier gleichfalls zur Wiederherstellung auch der Funktionen kommt. In allen anderen Fällen waren zwar beide Bauchmarksstümpfe ein Stück weit nachgewachsen, allein sie hatten einander noch nicht erreicht; vermuthlich war das ursprünglich entfernte Stück Bauchmark in dem zuerst erwähnten Thiere besonders kurz gewesen.

Ein Mangel meiner Versuche bestand nun auch darin, dass die Stelle der ursprünglichen Durchschneidung nicht mehr mit Sicherheit festzustellen war; auch fürchte ich, dass eine hierfür ausreichende Versuchsanordnung nach Art der an peripheren Wirbelthiernervenfasern von manchen angewandten Durchschnürungen, mit Zurücklassung des dazu benutzten Haares oder Fadens in unserem Falle nicht leicht anwendbar sein dürfte.

Die beiden Bauchmarksstümpfe werde ich nach ihrer Lage im Wurme bezeichnen, also das hintere Ende des vorderen Bauchmarkstheils als den vorderen oder den oralen, das vordere Ende des hinteren Abschnittes als den hinteren oder den aboralen Stumpf. Eine wesentliche Verschiedenheit beider habe ich nicht bemerkt; jedenfalls wachsen beide nach, wennschon es mir an meinen verhältnismäßig nicht sehr zahlreichen Präparaten so vorkam, als ob der vordere Stumpf etwas schneller regenerire. Wir werden nunmehr am besten zuerst eine Schnittserie, beispielsweise eines vorderen Stumpfes, verfolgen und so weit vorn beginnen, dass wir zuerst noch ein ziemlich normal aussehendes Stück Bauchmark antreffen. Fig. 8 ist ein solches; jedoch sieht man schon hier eine Abweichung, in so fern sich unter den großen Leydig'schen Fasern vier viel kleinere, aber im Wesentlichen übereinstimmende befinden, die zu einem kleinen Bündel dicht zusammengelagert sind. Von der medianen großen Leydig'schen Faser geht ein Ast ventralwärts ab, was man ja bekanntlich auch beim normalen Bauchmark an bestimmten Stellen regelmäßig beobachtet; hier hingegen fällt denn doch der ungewöhnliche Durchmesser des abgehenden Seitenastes auf und dieser begiebt sich nicht, wie sonst, zu den früher von Anderen und auch von mir beschriebenen Nervenquerbrücken, sondern er kommunicirt offenbar mit den eben erwähnten, überzähligen,

kleinen LEYDIG'schen Fasern, die ihrerseits gleichfalls in der Längsrichtung verlaufen.

Fig. 7, ein der vorderen Durchschneidungsstelle schon etwas näherer Schnitt, zeigt wiederum die kleinen überzähligen Fasern, sonst aber wenig Abweichung von normalen. Die nun in einigem Abstande folgenden Schnitte weisen hingegen bereits dasjenige Verhalten auf, durch welches sich die regenerirten Partien am auffallendsten von den normalen unterscheiden. Die großen LEYDIG'schen Fasern gehen eine reiche, anscheinend regellose Verästelung ein, so dass man auf dem Querschnitt anstatt der gewöhnlichen Dreizahl eine viel größere Menge erblickt. Zugleich ist erwähnenswerth, dass auf einer kleinen Strecke die beiden lateralen LEYDIG'schen Fasern ihr Lumen einbüßen, und nur aus einem Zuge von Marksubstanz bestehen (Fig. 6 u. 14) — es liegt die Vermuthung nahe, dass hier die Stelle der ursprünglichen Verwundung zu suchen sei; doch muss ich bemerken, dass ich solche lumenlosen Strecken auf meinen Präparaten nur an den lateralen LEYDIG'schen Fasern und niemals an den medianen gefunden habe. Nähern wir uns dem Stumpfe noch mehr, so verlieren die LEYDIG'schen Fasern mehr und mehr ihre Individualität und sind von den gewöhnlichen Fasern schließlich nicht mehr zu unterscheiden (Fig. 1—4).

Zugleich nimmt der Querschnitt des gesammten Bauchmarks sehr beträchtlich an Durchmesser ab; Fig: 1—8 sind bei nahezu gleicher Vergrößerung aufgenommen (vgl. den Maßstab).

Hingegen nimmt die Dicke der Bauchmarksscheiden, besonders der Muskelscheide, absolut (und noch mehr relativ) außerordentlich zu; zuletzt sieht man den Querschnitt eines kompakten, mit Muskelfasern und Blutgefäßen reichlich versehenen Gewebes, in dessen Mitte sich ein kleines Bündel von Nervenfasern vorfindet (Fig. 1 u. 2); das Nervengewebe wird aber spärlicher und spärlicher, um endlich ganz zu verschwinden, ohne dass man genau angeben könnte, auf welchem Schnitte sich die letzten Fasern befinden. Der bindegewebige und muskulöse Strang ist auf dieser Schnittserie inzwischen mit dem großen ventralen Blutgefäße verschmolzen (Fig. 1), zugleich auch mit der Muskulatur der ventralen Seite der Leibeswand. — Der hintere Stumpf derselben Serie, die dort leider unvollständig war, schien sich im Wesentlichen ganz eben so zu verhalten; so zeigt z. B. Fig. 9, ein Schnitt aus dem hinteren Stumpfe, sogar eine ganz besonders reichliche Verzweigung der LEYDIG'schen Fasern. — Wie wir aber bald sehen werden, wichen einige andere Serien in manchen Beziehungen so sehr ab, dass es einigermaßen schwer zu sagen ist, was als das Typische

oder Normale anzusehen sei. Zuvor aber sei noch auf eine andere Thatsache hingewiesen, die mir schon längst aufgefallen war, und die eigentlich schon in meinen früheren Arbeiten hätte erwähnt werden sollen; sie bezieht sich auf das Aussehen der Osmiumpräparate des Regenwurmbauchstranges und gilt auch wohl für andere ähnliche Objekte. Ich meine das recht verschiedene Aussehen desselben Gegenstandes, ja verschiedener Schnitte derselben Serie, je nach der besseren oder schlechteren Erhaltung der Achsencylindersubstanz. Man kann drei Haupttypen des scheinbaren Strukturbildes unterscheiden. In manchen Fällen ist die Achsencylindermasse so stark geschrumpft, ja anscheinend zerstört, dass sie nur hier und da überhaupt sichtbar ist, jedenfalls aber nicht besonders auffällt; dann erscheinen also die Röhren — ich setze hier die Bekanntschaft mit dem allgemeinen Bau des Bauchstranges natürlich voraus — so gut wie leer; auf Querschnitten erblickt man dann demnach ein dunkles Netzwerk, dessen Maschenräume ganz hell erscheinen. Das sieht man besonders gut auf der Photographie Fig. 13 meiner Arbeit in dem früheren Jahrgange (Bd. LVIII) dieser Zeitschrift. In anderen Fällen ist die Achsencylindermasse etwas besser erhalten, jedoch noch immer stark geschrumpft, so dass die Achsencylinder auf dem Querschnitte als Pünktchen erscheinen, die ungefähr in der Mitte der Maschenräume liegen; dieses gleichfalls sehr charakteristische Bild sieht man auf manchen der diesmal beigegebenen Photographien, wie beispielsweise Fig. 8 und 9 recht gut.

In dem dritten, übrigens entschieden selteneren Falle endlich ist die Achencylindersubstanz noch besser erhalten und so gut wie gar nicht geschrumpft; sie erfüllt demnach die Achsenräume (d. h. auf dem Querschnitt die Maschenräume) vollständig; und wenn sie, was dann meist der Fall ist, zugleich durch die Osmiumsäure gebräunt ist, so sieht der ganze Bauchmarksquerschnitt kompakt aus (Fig. 10).

Nur bei geeigneter Beleuchtung und genauerem Zusehen findet man auch in diesem Falle die gleiche Struktur wie sonst. Über die Ursachen dieser Verschiedenheiten im Erhaltungszustande der Achsencylindermasse kann ich nur daran erinnern, dass ich besonders bei Palaemon ein leicht verständliches Zusammentreffen einer besseren Erhaltung mit den dünnen, einer schlechteren Erhaltung mit den dickeren Markscheiden vorfand; doch müssen wohl noch andere Ursachen wirksam sein.

Was nun meine anderen, noch nicht beschriebenen Schnittserien durch regenerirte Bauchmarksstrecken betrifft, so ist zunächst diejenige zu erwähnen, bei der es zu einer vollständigen Heilung, d. h. zu einem

Zusammenwachsen der beiden Stümpfe gekommen war; sie zeigte außer dem schon Angeführten nichts Besonderes; die regenerirte Strecke war bedeutend schmäler und die LEYDIG'schen Fasern wiesen die charakteristischen Verzweigungen auf (Fig. 10 und 17). Auffallende Leukocytenanhäufungen fanden sich keine.

An einer dritten Serie, deren Konservationszustand aus unbekannten Gründen leider sehr viel zu wünschen übrig ließ, war ein recht abweichendes Verhalten zu beobachten, so weit die Sache überhaupt deutlich zu verfolgen war. Das orale Ende verlief nämlich theilweise innerhalb der Längsmuskulatur; vielleicht hatte sich das vorwachsende Ende gleichsam verirrt; das alleräußerste Ende war allerdings wieder frei in der Leibeshöhle, wenn auch beträchtlich außerhalb der Medianlinie; es war stellenweise ganz außerordentlich dünn, indem auf ansehnlichen Strecken der größte Durchmesser auf $^1/_{10}$ mm, ja bisweilen auf $^1/_{30}$ mm sank. Doch kann ich wegen der missrathenen Konservirung Alles dies nur mit einiger Reserve mittheilen, obwohl ich meiner Sache ziemlich sicher bin.

Eine vierte Serie, die mit Sublimatalkohol und Karmin präparirt war, stimmte mit der zuerst beschriebenen in so fern überein, als auch hier der Bauchstrang in ein Regenerationsgewebe hineinwucherte; allein es waren die Verhältnisse dadurch verändert, dass dieses Regenerationsgewebe von einer Unmenge kleiner Nematoden durchsetzt war (Fig. 22) und sich noch ein beträchtliches Stück über das äußerste kenntliche Ende des Bauchstranges fortsetzte. Ferner hatte sich in den geschädigten Segmenten (außer dem Regenerationsgewebe am Bauchmarksstumpfe) ein ganz ähnliches Gewebe in der einen Hälfte der Leibeshöhle gebildet, das einen wahrhaft kolossalen Umfang erreichte und von unzähligen Nematoden wimmelte (Fig. 23). Außer diesen kleinen Nematoden, die aller Wahrscheinlichkeit nach mit den oft erwähnten, aber noch immer nicht hinreichend studirten »Regenwurmtrichinen« (Pelodera pellio, vgl. z. B. ANTON SCHNEIDER, Monographie der Nematoden p. 154) identisch sein dürften, fanden sich etwa vier bis sechs andere, viel größere Nematoden in dem ventralen Hauptblutgefäße, dessen Lumen sie stellenweise fast ganz einnahmen (Fig. 22—26).

So bot diese Serie in der That ein sehr wunderliches Aussehen; an der Stelle, wo sonst der Bauchstrang liegt, befindet sich ein kompakter Strang kernreichen Gewebes mit massenhaften Nematoden, der Anfangs noch in der Mitte ein dünnes Bündel hineinwuchernder Nervenfasern erkennen lässt, übrigens aber reichliche Blutgefäße (Fig. 22) enthält; weiterhin findet sich auf der Seite, auf vielen Schnitten, fast die eine ganze Hälfte der Leibeshöhle einnehmend, derselbe Gewebstypus,

mit noch zahlreicheren Nematoden (Fig. 23), während das Lumen des ventralen Gefäßes durch eine andere Nematodenart stellenweise fast verstopft ist (vgl. Fig. 22, 25, 26).

Auf die Nematoden im Blutgefäße werde ich später näher eingehen, da es sich möglicherweise um eine noch nicht beschriebene Art handeln könnte; und nachdem ich so kurz die beträchtlichen Abweichungen meiner einzelnen Versuchsthiere von einander skizzirt habe, seien die gemeinsamen Eigenthümlichkeiten der regenerirten Bauchmarksstrecken systematisch beschrieben.

In Bezug auf das gröbere morphologische Aussehen ist zuerst der in allen Fällen bedeutend verjüngte Durchmesser hervorzuheben; eine Erscheinung, die bei sehr vielen Regenerationen vorkommt, von der ich aber nicht weiß, ob sie schon von irgend Jemand besonders hervorgehoben worden ist, was mir bei dem großen Umfang der Regenerationslitteratur vielleicht entgangen sein könnte. Selbstverständlich ist jenes Nachwachsen in verjüngtem Maßstabe keineswegs, denn es wäre eine allmähliche Verlängerung der Organ- oder Thierstümpfe im normalen Durchmesser von vorn herein eben so gut denkbar. Bekannt muss im Übrigen die Erscheinung auf jeden Fall sein; denn die ganz dünnen nachwachsenden Kopfenden oder Schwanzenden ganzer Anneliden, beispielsweise der Hinterenden der Regenwürmer oder der Köpfe und Schwänze der Eunicide Diopatra napoletana u. a. sind in hohem Grade auffallend. Ferner scheinen Unregelmäßigkeiten in der Segmentirung d. h. dem normalen Wechsel eines einfachen und eines doppelten Nerven häufig vorzukommen; doch muss ich hierbei darauf aufmerksam machen, dass mitunter von dem dünnen, nachgewachsenen Bauchmarke so außerordentlich starke Nerven entsprangen (vgl. Fig. 11), dass ich nicht sicher bin, ob sich nicht etwa einer der alten segmentalen Nerven, die ja bei der Operation großentheils zurückbleiben konnten, erhalten hatte und mit dem nachwachsenden Bauchmarke verschmolzen war.

Ferner ist eines eigenthümlichen Verhaltens des sogenannten Leibeshöhlenendothels Erwähnung zu thun. Normalerweise bildet dieses als äußere Begrenzung der Leibeshöhle einen dünnen, einschichtigen Überzug der inneren Oberfläche der Längsmuskulatur; seine Zellen und Kerne unterscheiden sich übrigens kaum merklich von denen des Regenerationsgewebes oder auch den allenthalben verbreiteten Zellkernen meist spindelförmiger Gestalt, die sich sowohl in der Muskulatur, als auch dem Bauchstrange und Gehirn vorfinden. Im normalen Regenwurme bildet jedenfalls jenes Endothel einen einschichtigen, ganz dünnen Belag. In den Segmenten hingegen, in denen zur Entfernung von Bauchmarksstückchen ein medianer Schnitt durch den Hautmuskelschlauch

gemacht war, ist das Endothel nach $2^1/_2$ Monaten wenigstens meist in zwei Lamellen vertreten, die durch eine Zwischenschicht von ansehnlicher Dicke von einander getrennt sind. Diese Zwischenlage (Fig. 11) zeigt mitunter einen ziemlich deutlich geschichteten Bau und färbt sich mit Osmiumsäure hellgraubräunlich, mit Karmin (an Sublimatalkoholpräparaten) hellroth. Sehr oft gehen von dem inneren Endothelblatte Stränge zum regenerirten Bauchstrange, die auf den ersten Blick auf Querschnitten fast wie segmentale Nerven aussehen, aber sicherlich keine sind, da sie keine Spur von Nervenfasergewebe enthalten (Fig. 10, 12, 13).

Im Übrigen zeigt die Struktur des nachgewachsenen Bauchmarks, was das Aussehen der faserigen Elemente anbetrifft, keinen wesentlichen Unterschied von den normalen Partien. Nur schien mir das vorher erwähnte, »kompaktere« Aussehen etwas häufiger zu sein (Fig. 10), als bei dem normalen Bauchstrange; doch kommen in beiden Fällen alle drei Typen vor, so dass ich annehme, dass hier nur unwesentliche Abweichungen in Folge von Zufälligkeiten der Konservation etc. vorliegen. Höchstens könnte man daran denken, dass vielleicht die regenerirten jungen Fasern weniger markhaltig seien, als die alten, und daher die Osmiumsäure leichter eindringen ließen. Jedenfalls kann aber diese oft auf einer und derselben Serie vorkommende Verschiedenheit der scheinbaren Struktur im Anfange leicht irre führen. Bei dieser Gelegenheit möchte ich auf die Vorzüge der Photographie gegenüber den Zeichnungen hinweisen. Es ist ja richtig, dass die Photographie nicht in allen Fällen anwendbar ist; vor Allem kommt es natürlich darauf an, dass das ganze zu photographirende mikroskopische Bild mit hinreichender Annäherung in einer einzigen Ebene liege. Ferner kann man ja auf solchen Zeichnungen, die mehr zur Illustration, als zum Beweise dienen sollen, das Eine oder das Andere etwas hervorheben, während die Photographie in dieser Beziehung die Dinge eben so abbildet, wie sie sind. Allein gerade hierin liegt auf der anderen Seite auch ein gewaltiger Vortheil; gerade bei der bildlichen Darstellung der sogenannten »Leydig'schen Punktsubstanz« haben die meisten Beobachter ihre Ansicht in die Zeichnungen mehr oder minder künstlerisch hineingebracht; und es liegt hierin sogar kaum ein Vorwurf; denn eine ganz exakte Wiedergabe jedes Pünktchens und jedes Strichelchens bei verwickelten histologischen Strukturen ist ja fast unmöglich. Ich glaube nun, dass einige der dieser Arbeit beigegebenen Photographien mit besonderer Deutlichkeit und nicht anzuzweifelnder Objektivität für diejenige Auffassung der nervösen Centralsubstanz — wenigstens beim Regenwurme — eintreten, wie ich sie in meiner vorigen Arbeit aus einander gesetzt habe. Freilich ver-

langen Photographien eine genauere und mühevollere Betrachtung, als Lithographien nach Zeichnungen, da jene eben Alles, Wesentliches und Unwesentliches zeigen; zudem sehen sie meist auch wenig künstlerisch schön aus. Wenn jedoch die Reproduktion hinreichend gut ausfällt, so möchte ich z. B. Fig. 7—9 und 11—13 allen Denjenigen empfehlen, die sich für die Struktur der nervösen Centralorgane bei Wirbellosen überhaupt interessiren.

Von den faserigen Theilen des regenerirten Bauchstrangs verlangen nun noch die drei Leydig'schen Fasern eine eingehendere Besprechung, da die bei ihnen regelmäßig vorkommenden Abweichungen vom normalen Bau sowohl an sich, wie auch im Hinblick auf ähnliche Dinge bei der Regeneration markhaltiger Fasern bei Wirbelthieren von besonderem Interesse sind. Auch hier möchte ich mir eine kleine Abschweifung erlauben. Die Natur der Leydig'schen Fasern ist bekanntlich bis auf die letzten Jahre eine Streitfrage gewesen, an deren Bearbeitung sich eine beträchtliche Zahl von Beobachtern, wenn auch meist nur gelegentlich versucht und oft gar wunderliche Ergebnisse zu Tage gefördert hat. Jetzt, nachdem eingehendere Specialuntersuchungen vorliegen, erscheint es kaum glaublich, dass jene markhaltigen Nervenfasern des Regenwurms und anderer Anneliden der Anlass zu so vielen und so groben Irrthümern geworden sind, denen nicht etwa nur Anfänger, sondern mitunter auch namhafte Histologen unterlagen; und alles Das fast nur aus dem Grunde, dass sich jene Leydig'schen Fasern entgegen dem Dogma vom Vorkommen markhaltiger Fasern nur bei Wirbelthieren, bei Wirbellosen vorfinden, und dass sie in einigen unwesentlichen Beziehungen, wie besonders durch auffallende Größe, abweichen. Wenn sie sich aber beispielsweise im Rückenmark irgend eines beliebigen Wirbelthieres fänden, so wären sie sicherlich niemals verkannt und höchstens als Fasern von ungewöhnlichen Dimensionen beschrieben worden. Von frühern Beobachtern abgesehen, die gern auch bei Anneliden so etwas wie eine Chorda dorsalis zu besitzen wünschten — (daher der frühere Name »Neurochord«) — und in Ermangelung von etwas Besserem komischerweise auf jene markhaltigen Nervenfasern verfielen, hat namentlich Eisig in seiner Capitellidenmonographie aus einigen verfehlten Auslegungen mikroskopischer Bilder ein an sich ganz geistreiches Gebäude von Irrthümern aufgeführt, deren Widerlegung Angesichts der geringen Verbreitung und schweren Beschaffbarkeit des Mastobranchus beinahe eine Sache des Zufalls zu nennen war; und wenn jener Zufall nicht eingetreten wäre, so würde voraussichtlich die Eisig'sche Degenerationshypothese nicht nur von Arn. Lang, sondern ganz allgemein angenommen worden sein; um so mehr, als die Irrthümer

EISIG's, wie ich ausdrücklich anerkenne, nicht nur sehr verzeihlich waren, sondern auch für alle Diejenigen, die sich nicht vergleichend und speciell mit jener Sache beschäftigt hatten, recht bestechend sein mussten. Die allerletzten Fehler anderer Autoren hingegen waren freilich sehr viel gröber und sind schon früher gekennzeichnet worden. Gegenwärtig können aber jene Dinge nun wohl als endgültig überwunden angesehen werden; und anstatt die LEYDIG'schen Fasern — von ihrer ganz hypothetischen Specialfunktion und von Einzelheiten natürlich abgesehen) — auf ihr Wesen hin zu erforschen, muss jetzt umgekehrt ihre Natur als markhaltiger Nervenfasern vorausgesetzt werden und sie selbst können wegen ihrer Größe als ein zu Specialuntersuchungen besonders geeignetes Beispiel markhaltiger Fasern gelten.

Verfolgt man eine Querschnittsserie von dem normalen Bauchmark ausgehend, in Richtung auf die regenerirte Partie, so findet man, — das war an allen meinen Serien ohne Ausnahme zu beobachten — eine sonst ganz normal aussehende Stelle, an der eine Verzweigung der LEYDIG'schen Fasern beginnt; diese ist somit das erste und zunächst einzige Anzeichen dafür, dass man sich dem regenerirten Theile nähert. Die regenerative Verzweigung beispielsweise der medianen Faser unterscheidet sich nun dadurch von den schon früher bekannten, normalen segmentalen[1] Verzweigungen, dass die abgehenden Ästchen in unserem Falle erstens oft einen viel ansehnlicheren Durchmesser haben, und dass sie zweitens nicht sowohl ventralwärts ziehen, sondern alsbald längs umbiegen; sie ziehen in der Richtung auf das nachwachsende Ende; ob etwa auch ein Umbiegen nach dem anderen Ende vorkommt, weiß ich nicht. Zu der ersten Verzweigung gesellen sich auf den nun folgenden Schnitten sehr bald andere; ich konnte dabei auch öfters sehen, dass die mediane Faser mit der ersten überzähligen Faser noch später wiederholt durch Seitenäste in Verbindung tritt. Bald kommen nun auch Verzweigungen der seitlichen Fasern hinzu — mitunter mögen auch diese den Anfang machen; die überzähligen Fasern theilen sich weiter. Dabei kommen die auffallendsten Verlagerungen vor, indem z. B. die Fasern mitunter nicht, wie normalerweise, neben, sondern unter einander verlaufen. Immerhin finden sich auch im regenerirten Theile die LEYDIG'schen Fasern vorzugsweise, aber nicht ausschließlich, in der dorsalen Hälfte des Bauchstrangs. So weit nun meine Beobachtungen über den Modus der Verzweigung reichen, so glaube ich ihn

[1] Die normalen segmentalen Verzweigungen der LEYDIG'schen Fasern, über die wohl CERFONTAINE bisher das Genaueste mitgetheilt hat, mögen vielleicht mit den sog. »Collateralen« der Fasern des Wirbelthierrückenmarks verglichen werden.

am kürzesten kennzeichnen zu können, wenn ich sage, dass so ziemlich alle denkbaren Anastomosen vorkommen. Die Fasern anastomosiren sämmtlich mit einander, indem sie sich bald hier, bald da durch die Verzweigungen mit einander in Verbindung setzen; zugleich ist der Verlauf eines jeden der Zweige nicht gerade, sondern mannigfach geschlängelt; ferner kommen alle nur denkbaren Größen vor zwischen eigentlichen Kolossalfasern, solchen mittlerer Dicke und endlich solchen, die sich von den gewöhnlichen Fasern nicht mehr mit Bestimmtheit unterscheiden lassen und das um so weniger, als auch die Entwicklung der durch die Osmiumsäure geschwärzten Markscheiden gleichfalls alle nur denkbaren Übergänge zeigt. Die Entwicklung der Markscheide ist von der Dicke der Fasern ziemlich unabhängig; es kommen Fasern von ansehnlichem Kaliber vor, deren Markscheide fast unerkennbar ist, während es auf der anderen Seite auch ganz dünne Fasern mit recht dicker Scheide giebt. Hierin ähnelt ein Querschnitt durch das regenerirte Bauchmark bald an Verhältnisse, die man meist bei Palaemon beobachtet, bald an gewisse Polychäten. Jene Ununterscheidbarkeit der Ästchen und Verzweigungen der Leydig'schen Fasern von ganz gewöhnlichen Nervenfasern wäre natürlich ein weiterer Wahrscheinlichkeitsbeweis für die von mir im Anschlusse an Leydig vertretene Auffassung der Kolossalfasern, wenn anders es eines solchen gegenwärtig noch bedürfte.

Auch darin erinnern die regenerirten Fasern an die Nervenfasern des Palaemonbauchstrangs, dass man sehr oft auf demselben Schnitte solche mit gut erhaltener und ziemlich stark gebräunter und solche mit fast zerstörter Inhaltsmasse findet, wie dies z. B. auf Fig. 11 im Vergleich mit Fig. 9 deutlich sichtbar ist. — Die schon erwähnten, lumenlosen Abschnitte der seitlichen Fasern bereiten sich durch ein allmähliches Engerwerden des Achsenraumes auf der Schnittserie vor; solche Partien fanden sich auf mehreren Serien mit größter Deutlichkeit, wie es beispielsweise auf Fig. 6 und 14 sichtbar ist. Es ist hierbei wohl darauf zu achten, dass sich jene achsencylinderlosen Abschnitte immer erst in größerer Nähe der Excisionsstelle finden, nachdem die Verzweigungen schon begonnen haben, so dass also die nervöse Leitung, die auf dem normalen Wege wegen Fehlens des Achsencylinders als unterbrochen angesehen werden muss, nach dem Zusammenheilen der Stümpfe eben durch jene Seitenäste vor sich gehen kann. Auch liegt, wie schon erwähnt, und wie später noch wahrscheinlicher gemacht werden wird, die Vermuthung nahe, dass jene lumenlosen Abschnitte die Stelle der ursprünglichen Durchschneidungen bezeichnen. Die Verzweigungen der Leydig'schen Fasern sind oft so reich, dass man auf

manchen Präparaten bis zu einem Dutzend »riesiger« Faserquerschnitte vorfindet, wobei man dann die Zahl desswegen nicht genau angeben kann, weil es, wie gesagt, keine erkennbare Grenze zwischen den dickeren, dünneren und dünnsten Verzweigungen der LEYDIG'schen und den gewöhnlichen Fasern giebt.

Dies gilt um so mehr, je mehr man sich dem nachwachsenden Ende selbst nähert; wie aus den beiden z. Th. photographirten Serien (vgl. Fig. 1—8 und Fig. 11—13) hervorgeht. Die Verzweigungen der LEYDIG'schen Fasern kommen übrigens nicht nur im einzeln regenerirten Bauchmark vor, sondern ich habe sie auch im Bauchmarke eines nachgewachsenen Vorder- wie Hinterendes vorgefunden. Hier waren die LEYDIG'schen Fasern in dem dünnen nachgewachsenen Schwanzende selbst, eben so im nachgewachsenen Vorderende, allerdings nur wenig entwickelt und unscheinbar; die erwähnten Verzweigungen fanden sich aber an derjenigen Stelle deutlich vor, an der das nachgewachsene Ende in den durch bedeutenderen Durchmesser kenntlichen alten Stumpf überging, wo sich also die ursprüngliche Regenerationsknospe gebildet haben musste.

Von der näheren Beschaffenheit der Verzweigungen will ich noch erwähnen, dass sich — scheinbar paradoxer Weise — nicht selten eine Faser in zwei spaltet, um nach ganz kurzem Verlaufe wieder zu einer zu verschmelzen; auch sind mitunter die Scheidewände schon vor dem Zerfall in gesonderte Fasern in der Weise sichtbar, wie das z. B. Fig. 17 zeigt.

Das beschriebene Verhalten der LEYDIG'schen Fasern bei der Regeneration ist nun zunächst desswegen interessant, weil es offenbar die Chancen des Zusammentreffens der Enden vermehrt; indem die zahlreichen Verzweigungen auf einander zuwachsen, kann es sich viel leichter ereignen, dass zwei einander beinahe oder ganz erreichen, als wenn nur eine einzige vorwachsende Spitze vorhanden wäre. Freilich würde man auch hier wohl bei tieferem Eindringen auf einen Richtungsreiz stoßen in dem von HERBST ausgeführten Sinne. Übrigens wird man annehmen, dass (wenn anders die drei normalen LEYDIG'schen Fasern verschiedene Funktionen besäßen, d. h. beispielsweise verschiedene Partien des Körpers versorgten), durch die Bildung der beschriebenen Anastomosen und Ästchen, die Lokalisation leiden müsse. Allein auch diese könnte ganz gut nachträglich gleichfalls wieder hergestellt werden, indem etwa gewisse Bahnen später degenerirten. Jedenfalls sieht die Verzweigung der LEYDIG'schen Fasern ganz so aus, wie eine jener »zweckmäßigen« d. h. erhaltungsgemäßen Reaktionen des Organismus, indem durch sie zunächst einmal die Wiederherstellung der nervösen

Leitung, wenn auch etwa zunächst auf Kosten der in diesem Falle kaum wahrscheinlichen Lokalisation erleichtert wird. Ein weiteres Interesse ergiebt sich ferner aus dem Vergleich mit dem aus manchen Arbeiten schon längst bekannten Verhalten der markhaltigen Fasern der Wirbelthiere. So weit mir dieses aus der Litteratur bekannt geworden ist, so scheint es vollständig mit dem der LEYDIG'schen Fasern übereinzustimmen. So sagt z. B. NEUMANN[1] p. 331: »In der großen Mehrzahl der Fälle findet man als Fortsetzung der alten Fasern eine neue Faser, indess kommt es auch vor, dass sich zwei ausgebildete Fasern an die alte Faser anschließen. Eine größere Zahl habe ich nie gesehen, wenn auch allerdings dieselbe im weiteren Verlauf der Fasern sich auf drei bis vier steigern kann. Es steht dies in Übereinstimmung mit den Angaben EICHHORST'S, welcher durchschnittene Froschnerven bis zu dem Eintritt der Faserneubildung untersuchte; er fand hier ebenfalls gewöhnlich nur eine und hebt mit Recht den Gegensatz hervor, in welchem diese Thatsache zu den Befunden bei Kaninchen steht, indem man hier nach Durchschneidung die alten Fasern in ganze Bündel neuer Fasern übergehen sieht.« (Von mir gesperrt.)

Die zelligen Elemente treten in den regenerirten Partien, wenigstens in denen mit verjüngtem Durchmesser, entschieden in den Hintergrund, obwohl sie durchaus nicht fehlen. Es finden sich Ganglienzellen vor, allein an Zahl und an Größe bleiben sie offenbar hinter den normalen zurück. Um so auffallender ist das Vorkommen einer ansehnlichen Zahl jener charakteristischen Ganglienzellen, welche zuerst im Hinterende als Ursprungsstätten der Achsencylindermasse der LEYDIG'schen Fasern bekannt wurden. Im normalen Regenwurm kenne ich sie nur aus dem Hinterende und dem Vorderende; und auch CERFONTAINE erwähnt sie an keiner anderen Stelle; dennoch möchte ich nicht bestimmt behaupten, dass sie in den mittleren Abschnitten des normalen Regenwurms fehlten. Immerhin fanden sie sich in den regenerirten Partien in einer verhältnismäßig großen Zahl und, im Gegensatze zu den meisten anderen Ganglienzellen, in sehr guter Ausbildung (Fig. 4 und 6). Ja, an manchen Stellen konnten sie geradezu als »Riesenzellen« gelten, da sie etwa eben so groß, wie im normalen Wurm, das Bauchmark aber viel dünner war. Den Zusammenhang mit dem Achsencylinder der LEYDIG'schen Fasern konnte ich zwar hier nicht sicher ermitteln, doch gehört dazu eben auch ein besonders glücklich geführter Schnitt. Jedoch ist der Zusammenhang beim normalen Regenwurme mit Sicherheit nachgewiesen und das Aussehen der

[1] NEUMANN, Über Degeneration und Regeneration zerquetschter Nerven. in: Archiv f. mikr. Anat. Bd. XVIII (1880). p. 302.

Zellen an Osmiumpräparaten so äußerst charakteristisch, dass man mit größter Wahrscheinlichkeit annehmen darf, dass jene Zellen auch im regenerirenden Bauchmarke die Bedeutung haben, die Achsencylindersubstanz der LEYDIG'schen Fasern zu liefern.

Jüngere Stadien der Bauchmarksregeneration.

Die früheren Vorgänge bei der Bauchmarksregeneration studirte ich an einigen Schnittserien von einwöchentlicher Dauer der Regeneration. Einen wesentlichen Unterschied zwischen oralem und aboralem Stumpf habe ich auch hier nicht gefunden. Gehen wir eine Schnittserie von einem Punkte an durch, der noch ein ansehnliches Stück von der Schnittstelle entfernt ist, so bemerken wir als erstes Anzeichen von Abnormität ein schwer zu definirendes Aussehen des ganzen Bauchmarksquerschnittes; er sieht so aus, als wenn die nervöse Substanz vermindert wäre, d. h. es sind die Röhrenquerschnitte sehr klein und anscheinend etwas zusammengesunken; der ganze Bauchstrang sieht desswegen ein wenig kompakter aus als normalerweise. Nähern wir uns nun der Schnittstelle etwas mehr, so fallen drei verschiedene Dinge auf, die sämmtlich für die Regenerationserscheinungen oder für die histologische Struktur des Bauchstranges von Interesse sind. Erstens fand ich nämlich schon auf dem einwöchentlichen Stadium in einem Falle und zwar, vermuthlich zufälligerweise, an dem aboralen Stumpfe, eine deutliche Verzweigung der medianen Faser in ziemlicher Entfernung von der Schnittstelle; und da der abgehende Ast von auffallender Dicke und mit sehr starker Markscheide versehen war, auch in der Längsrichtung des Bauchstranges verlief, so kann ich mit Bestimmtheit annehmen, dass es sich nicht etwa um einen der normalen Äste handelte, sondern der erste Beginn der für die Regeneration charakteristischen Verzweigungen war. Demnach beginnen also diese nicht an der Schnittstelle, sondern in einiger Entfernung von dieser. Schon auf diesem Niveau der Serie, auffallender aber noch in größerer Nähe der Schnittstelle, hatte sich das Aussehen des gesammten Bauchmarksquerschnittes stark verändert. Es fand sich nämlich auf den Osmiumpräparaten eine große Menge von tief geschwärzten Massen, die stellenweise in Form sehr kleiner Tröpfchen allenthalben verbreitet waren und so dem ganzen Querschnitt bei schwacher Vergrößerung ein schwärzliches granulirtes Aussehen verliehen; an anderen Stellen aber waren die schwarzen Massen größer, hatten die Form unregelmäßiger Bröckchen und Klümpchen, die sich nicht etwa nur in der Nähe der LEYDIG'schen Fasern, sondern im ganzen Bauchmark zerstreut fanden. Nun ist aus den Untersuchungen über die Degeneration und Regene-

ration der peripheren markhaltigen Wirbelthiernervenfaser der sogenannte Zerfall des Markes wohlbekannt und die eben erwähnte Beobachtung kann sich kaum anders deuten lassen als durch die Annahme, dass es sich um etwas Ähnliches handele; hierdurch erhält aber die in meiner vorigen Arbeit (diese Zeitschr. Bd. LVIII, p. 673) ausgesprochene Vermuthung eine weitere Stütze: Es besitzen nicht nur die LEYDIGschen Fasern, sondern auch die gewöhnlichen Fasern im Bauchmarke des Regenwurms in ihren Wandungen eine nervenmarkartige Substanz; jedoch ist diese quantitativ und qualitativ, in dem in meiner Neapler Arbeit (Mitth. d. Zool. Stat. zu Neapel, Jahrg. 1889) erläuterten Sinne, allerdings nur sehr wenig ausgebildet. Ich zweifle nicht im geringsten daran, dass diese meine Meinung bei manchen (und sogar bei Kennern des Regenwurmbauchmarks) einiges Bedenken erregen wird; allein ich bitte hierüber nicht abzuurtheilen, ehe man sich mit der verschiedenen Ausbildung des Markes überhaupt vertraut gemacht hat, und verweise desswegen besonders auf meine Neapler Schrift. In gewissem Sinne kommt Angesichts dieser Verschiedenheiten in der quantitativen und qualitativen Ausbildung des Markes die Frage, ob eine Faser »markhaltig« sei oder »nicht markhaltig«, allerdings beinahe auf die berühmte Frage der Sophisten hinaus, wie viel Körner einen Haufen ausmachten — allein, nach den soeben mitgetheilten Beobachtungen halte ich es für noch wahrscheinlicher als vorher, dass die Regenwurmnervenfasern immerhin noch genug Mark enthalten, um eben, wenn auch cum grano salis, als »markhaltig« zu gelten. Freilich könnte man ja die beschriebenen, durch Osmiumsäure geschwärzten Bröckchen und Tröpfchen auch als die Produkte einer »fettigen Degeneration« deuten, die etwa auch von anderen Dingen als von den fraglichen Markscheiden herrühren könnten; mir scheint jedoch meine Erklärung mit anderen Beobachtungen besser zusammenzutreffen und daher wahrscheinlicher zu sein, wenn sie auch der herrschenden Meinung widerspricht.

Je mehr wir uns nun auf der Serie der Schnittstelle nähern, um so mehr umgiebt sich der Bauchstrang mit einer eigenthümlichen Scheide, die bald dicker wird als der Bauchstrang selbst, der seinerseits immer dünner, besonders dorsoventral zusammengedrückt und an Markbröckchen immer reicher erscheint. Die erwähnte Scheide besteht aus dem früher beschriebenen Regenerationsgewebe und dürfte im Wesentlichen, wie ich vermuthe[1], eben aus Leukocyten bestehen; manche Theile von ihr, namentlich die ventralen, zeigten auf den Osmium-

[1] Ich bitte hier, wie überall in dieser Arbeit, das als Vermuthung Bezeichnete von dem als sicher Mitgetheilten wohl zu unterscheiden.

präparaten ein fein faseriges Aussehen (Fig. 15 und 16), das ich auf die spindelförmige Streckung jener Leukocyten zurückzuführen geneigt bin. Jenes faserige Gewebe zog dann, wie auch auf Fig. 15 zu erkennen ist, in die Schnittwunde des Hautmuskelschlauches hinein; wie ja regelmäßig die durch Ausschneidungen entstandenen Lücken, besonders aber die frischen Wundflächen und -Stümpfe mit Regenerationsgewebe erfüllt und überkleidet werden. Die dorsalen Partien jener Umhüllung des Bauchstrangs zeigten stellenweise eine besondere Verdickung, wie auf Fig. 15 ersichtlich. Es fanden sich dort auch mit Blut gefüllte Hohlräume von zackigem Querschnitt (vgl. Fig. 15) vor, die, wie ich vermuthe, den Anfang der Vascularisirung darstellen, d. h. später eine besondere Gefäßwand und damit einen regelmäßigeren Querschnitt erhalten; denn auf vorgerückteren Stadien fand ich immer in dem Regenerationsgewebe ziemlich reichliche Gefäße vor. Stellenweise lagen in dem Regenerationsgewebe bereits auf dem eine Woche alten Stadium vereinzelte Nematoden der kleineren Art. Sublimat-Karminpräparate ließen auch hier in dem Regenerationsgewebe einen großen Kernreichthum erkennen. Was meine photographischen Abbildungen betrifft, so sei noch darauf hingewiesen, dass sich die erwähnten, auf den Präparaten äußerst deutlichen Marktröpfchen natürlich nicht gut abbilden, weil sie schwärzliche Zeichnungen auf dunkelbräunlichem Grunde darstellen. Immerhin ist auf Fig. 15 zu sehen, dass der Bauchstrang im Positiv bedeutend dunkler gekommen ist, wie das Regenerationsgewebe; und jener Farbenunterschied rührt größtentheils von der Anwesenheit der hier allenthalben vertheilten kleinen Mark- oder Fetttröpfchen her.

Kursorische Beobachtungen an einem regenerirten Unterschlundganglion.

Wie früher mitgetheilt, verursacht die Entfernung des Unterschlundganglions oder der ersten Bauchmarksganglien überhaupt — ich bin nicht sicher, wie viele Ganglien außer dem Unterschlundganglion ausgeschnitten worden waren — verhältnismäßig schwere Bewegungsstörungen; allein auch dieser Verlust wird regenerirt, indem sich die Schlundkommissuren wiederum mit dem vorderen Bauchmarksende in Verbindung setzen. Ich habe nur ein einziges Versuchsthier dieser Art nach $2^1/_2$ Monaten geschnitten und dabei gefunden, dass die Kontinuität wieder hergestellt war; doch fiel auf, dass die Schlundkommissuren, die sonst in einem sehr kurzen Bogen den Verdauungskanal umziehen, um sich mit dem Unterschlundganglion in Verbindung zu setzen, in jenem Falle einen merklich längeren Verlauf hatten, sogar eine Strecke weit unter dem Darme, ohne sich zu vereinigen entlang

zogen, so dass ich nicht genau weiß, ob sich das Unterschlundganglion im strengen Sinne des Wortes wiedergebildet hatte. Das erste vorhandene Ganglion zeigte freilich die für die regenerirten Bauchmarksstrecken so charakteristische Verzweigung der LEYDIG'schen Fasern; demnach glaube ich annehmen zu dürfen, dass auch hier sowohl der Bauchmarksstumpf nach vorn, als auch die Stümpfe der Schlundkommissuren nach hinten gewachsen, diese jedoch schneller vorgeschritten seien als jener.

Kursorische Untersuchung eines ganzen nachgewachsenen Vorder- und Hinterendes.

Das meiste hierhin Gehörige ist wohl schon bekannt; so namentlich das Vorkommen von Mitosen im Epithel des Darmes, der Epidermis, der Zellen in der Leibeshöhle (die namentlich die äußerste Schwanzspitze fast vollständig ausfüllen), sowie auch in den nervösen Centralorganen; ja sogar im Gehirn, das sonst ganz so aussah, wie das eines normalen Wurmes, fand ich eine vereinzelte, aber zweifellose Mitose. Für die Verifikation und z. Th. auch die Auffindung der Mitosen bin ich dem hierin besonders geübten Herrn Dr. SCHAUDINN zu Dank verpflichtet, der auch eine ZEISS'sche apochromatische Ölimmersion zur Hand hatte. Ich will ferner noch hervorheben, dass in dem regenerirten Bauchmarke eine Zellenart vorkommt, die im normalen Marke fehlt. In diesem giebt es außer Ganglienzellen nur noch kleine, spindelförmige Zellkerne, die wohl von allen Beobachtern gesehen und von mir früher als »Bindegewebszellen« bezeichnet wurden. In dem regenerirten Marke fielen nun noch außerdem kleine rundliche Zellkerne auf, die meist nesterartig in Haufen bei einander lagen. Auch ist erwähnenswerth, dass sich stellenweise die Ganglienzellenschicht weiter median und dorsal erstreckte, als dies normalerweise vorkommt. Die beiden zuletzt erwähnten Dinge sieht man auf Fig. 18. In dem regenerirten Vorderende fiel an der Übergangsstelle zwischen alter und regenerirter Strecke die ganz kolossale Entwicklung der Blutgefäße auf, die einen großen Theil der Querschnitte einnahmen.

Theoretische Erwägungen über die Bedeutung der beschriebenen Regenerationserscheinungen wie der Regeneration überhaupt will ich hier nicht anknüpfen. Doch sei darauf hingewiesen, dass wir es hier mit einem der (allerdings sehr zahlreichen) Fälle zu thun hatten, bei denen eine Art der Verletzung reparirt wird, die in der Natur nicht oder kaum vorkommen kann, deren Reparationsfähigkeit also von keinem »Vortheil« für die Erhaltung der Art, und daher wenigstens speciell

als solche nicht »angezüchtet« worden sein kann. Mit dieser Bemerkung (auf die mir Manche erwidern würden, dass eben eine allgemeine Regenerationsfähigkeit wegen ihrer Nützlichkeit »angezüchtet« worden sei) will ich aber nicht andeuten, dass ich ein Anhänger der teleologischen Auffassung und Deutung sei, die von manchen hervorragenden und sehr verdienstvollen Forschern neuerdings wieder der herrschenden Schulmeinung zum Trotze vertreten wird.

Wohl aber will ich auch diese Gelegenheit nicht vorübergehen lassen um mich, Betreffs rein histologischer Fragen, ganz ausdrücklich wenigstens zu den Grundanschauungen zu bekennen, die von LEYDIG besonders in seinem Werke »Zelle und Gewebe« (Bonn 1885), speciell am Schlusse, aus einander gesetzt werden und der sich in der Hauptsache NANSEN, ROHDE, sowie auch ich bereits in meinen früheren Schriften, wenn auch weniger bestimmt, angeschlossen haben. Auch möchte ich, da ich nunmehr die Nervenhistologie einstweilen zu verlassen gedenke, das Augenmerk der späteren Beobachter auf zwei Punkte hinlenken, die mir zwar ganz besonders schwierig, aber um so wichtiger zu sein scheinen. Erstens musste ich die interessante Frage nach der Struktur des reizleitenden Plasmas, also der Achsencylinder, d. h. in unserem Falle der »Inhaltsmasse der LEYDIG'schen Fasern« offen lassen. Von den einigermaßen fraglichen Strukturen, die in ähnlichen Gebilden von Anderen, besonders von NANSEN gesehen worden sind, habe zwar auch ich gelegentlich Einiges bemerkt und theilweise auch beschrieben, aber niemals mit völliger Sicherheit unterscheiden können, was davon präformirt und was Kunstprodukt war. Auch die Frage nach dem Vorhandensein eines präformirten Gerüstes in der Scheide der LEYDIG'schen Fasern, also ein Analogon zu der Frage des Neurokeratingerüstes der Wirbelthiernervenfasern, konnte ich nicht mit Sicherheit beantworten. Von besonderer Wichtigkeit erscheint mir ferner die Frage nach der Ursprungsweise der großen Fasern in der sogenannten Punkt- oder von ROHDE sogenannten Centralsubstanz. ROHDE hat uns darüber bei Hirudineen werthvolle Aufschlüsse ertheilt; ich möchte aber auch hier wieder die Beobachter auf Palaemon hinweisen, der mir in dieser, wie auch in anderer Hinsicht ein ganz ausgezeichnetes Objekt zu sein schien. Der Querschnitt der Kommissuren zeigt nämlich dort eine sehr große Zahl zum Theil sehr dicker, stark markhaltiger Fasern; die Ganglien viel weniger Fasern und dafür eine Masse von Punktsubstanz. Wie vollzieht sich der Übergang, der hier statthaben muss, abgesehen von den durch das Ganglion hindurchpassirenden Fasern? Ich glaube, dass auch hier LEYDIG in seinem erwähnten Buche, das ich unvergleichlich höher schätze als manche der modernen

Prachtwerke und Untersuchungen mit der Chromsilber- oder auch der Methylenblaumethode, speciell auf p. 204 u. ff. das Richtige getroffen hat. Das reizleitende Plasma des Thierkörpers, wie dieser überhaupt, bildet ungeachtet seines verwickelten inneren Baues nicht nur physiologisch (wie auch manche der neuen Arbeiten auf dem Gebiete der experimentellen Embryologie wahrscheinlich machen), sondern auch histologisch und anatomisch in viel höherem Grade ein einheitliches Ganzes, als Viele glauben. Die Lebewesen bestehen mit nichten wie Maschinen aus vielen gleichsam aus einander nehmbaren Theilen. — Natürlich ist bei solchen Untersuchungen aber vor einer unkritischen Anwendung gewisser Methoden ganz besonders zu warnen, worüber an anderer Stelle Ausführlicheres berichtet werden wird (in diesem Jahrgange der Zeitschr. f. wissensch. Mikroskopie).

Anhang, betreffend die in den Regenwürmern gefundenen parasitischen Nematoden.

Wie auf p. 263/64 mitgetheilt, fand sich in einer der Schnittserien, theils in dem Regenerationsgewebe, das den Bauchmarksstumpf umgab, theils in einem eben so aussehenden ähnlichen Gewebe in der Leibeshöhle, eine ganz kolossale Menge kleiner Nematoden vor, die aller Wahrscheinlichkeit nach mit der oft genannten Pelodera pellio identisch sein dürften, wenn sich nämlich nicht etwa unter jenem Namen mehr als bloß eine Art verbergen sollte. Auf den zwar sehr zahlreichen, aber regellos geführten Schnitten war natürlich das nähere Studium jenes Nematoden mindestens sehr schwierig, besonders auch desswegen, weil die Nematoden wegen der Dicke und Undurchlässigkeit ihrer Cuticula Färbungen aller Art einen großen Widerstand entgegensetzen. Die schon erwähnten Nematoden ganz anderen Aussehens in dem ventralen Blutgefäß haben mir viel Arbeit gemacht, ohne dass es mir gelungen wäre, die Materialien zu einer ausreichenden Beschreibung zu gewinnen. Die Species des betreffenden Regenwurms war nicht bestimmt; ferner war gerade bei jener Schnittserie ein Versehen beim Aufkleben der Schnitte vorgekommen, so dass eine große Zahl einzelner Schnitte des Nematoden beim Auflösen des Paraffins fortschwamm und nur die Hohlräume in dem geronnenen Blute des Gefäßes übrig ließ. Ganz besonders gingen aber aus begreiflichen Gründen gerade die kleinen Schnitte durch die Vorder- und Hintertheile des Parasiten fast sämmtlich verloren, und die wenigen übrigen liegen so ungünstig, dass eine sichere Bestimmung der Gestalt jener für die Nematodensystematik wichtigsten Abschnitte nicht recht mög-

lich war. Das Einzige, was auf meinen Präparaten in ausreichender Weise vertreten ist, ist eine größere Zahl von Querschnitten und schiefen, regellosen Längsschnitten durch die mittleren Theile des Wurmkörpers. Meist fanden sich im Querschnitte des ventralen Hauptblutgefäßes des Regenwurms zwei Nematodenquerschnitte, wie Fig. 22 und 25 zeigt. In anderen, selteneren Fällen war nur ein einziger sichtbar (Fig. 26). In dem ersteren Falle konnte ich nun mitunter nachweisen, dass die beiden Querschnitte von einem und demselben Nematoden herrührten, da ich eine Umbiegungsstelle auf der Serie fand. Aber ich weiß nicht, ob das in allen Fällen zutrifft, da eben meine Serie zu unvollständig ist. Was ich nun an dem mangelhaften Materiale feststellen konnte, ist Folgendes: Die Cuticula ist sehr dick und zeigt, wie namentlich an den erwähnten Umbiegungsstellen zu sehen war, eine feine Längs- und Querriefung. Sie muss eine ganz erstaunliche Undurchlässigkeit haben, da die Thiere auch nicht eine Spur der Karminfärbung angenommen hatten. (Die Serie rührte von einem Regenwurme her, der mit Sublimatalkohol gehärtet und mit MAYER'schem Karmin gefärbt war.)

Dafür aber hatten die Nematoden, selbst auf ziemlich dünnen Schnitten, eine sehr ausgesprochene Eigenfärbung und ein starkes Lichtbrechungsvermögen, so dass sie im allerhöchsten Grade auffallend waren. Anfangs wusste ich nicht, was jene fast das ganze Lumen ausfüllenden, bräunlichgelben, hornartig aussehenden Gebilde sein könnten. In der Mitte sieht man einen ovalen Kranz von etwa 10 epithelzellartigen Figuren mit deutlichen Grenzen und einem engen Lumen — jedenfalls das Darmepithel des Nematoden. Von den Schmalseiten des Ovals erstreckt sich unter fächerartiger Verbreitung ein System feiner Linien bis zur Cuticula — vermutlich das Muskelsystem. An die Langseiten des ovalen Darmes dagegen schließt sich, gleichfalls bis zur Cuticula gehend, eine durchsichtigere Partie an, die ein ziemlich weitläufiges, feines Netzwerk erkennen lässt und wahrscheinlich die sogenannten Seitenfelder darstellen dürfte. Ein jedes ist in der Mitte durch eine vom Darme zur Cuticula sich erstreckende Lamelle in zwei Hälften getheilt. In den Seitenfeldern finden sich dunklere (d. h. dunkler bräunliche, da von Karminfärbung, wie gesagt, ganz und gar nichts zu sehen ist!) Kerne, vielleicht Zellkerne. Da, wo die Mittellamelle die Cuticula erreicht, hat diese eine auf dem Querschnitte als Ecke vorspringende Verdickung, die also am ganzen Nematoden offenbar als seitliche Kante entlang ziehen muss und möglicherweise so etwas ist, wie die sogenannten Seitenmembranen mancher Nematoden.

Alles das kann man an Fig. 25 und 26 ganz gut erkennen. An

manchen Schnitten, die wegen ihres geringeren Durchmessers von dem Vorder- oder Hintertheil des fraglichen Thieres stammen mussten, hatte der Darm einen dreieckigen Querschnitt, wahrscheinlich der bei manchen Nematoden dreikantige Pharynx. Wenn man einen der Schnitte, wie Fig. 22 betrachtet, wo der große Nematodenquerschnitt im Blutgefäße, eine Masse von kleinen aber im Regenerationsgewebe am Bauchmarksstumpfe sichtbar ist, kommt man unwillkürlich auf den Gedanken, dass hier zwei Generationen derselben Art vorliegen möchten. Jedoch dürfte, wie gesagt, die kleine Art mit Pelodera pellio identisch sein, welche beim Faulen des Regenwurms geschlechtsreif werden soll. Desswegen, und weil weder der eine noch der andere Geschlechtsorgane zu haben schien, so neige ich doch zu der Ansicht, dass es sich um zwei verschiedene Arten, die nichts mit einander zu thun haben, handeln möchte. Beim Durchsehen von mancher Litteratur über Nematoden habe ich keinerlei Angabe über einen Blut- oder Gefäße bewohnenden Nematoden beim Regenwurme finden können; immerhin wäre es jedoch bei dem großen Umfange und der Verzettelung der Nematodenlitteratur möglich, dass ich eine Angabe übersehen habe. Hierzu kommt nun noch die Unvollständigkeit meines Materials und der vielfach zu beklagende Mangel an guten Abbildungen. Sonst wäre es vielleicht möglich gewesen, nach dem allgemeinen Habitus mangels der eigentlich systematischen Merkmale die Zugehörigkeit des Parasiten zu der einen oder der anderen Gruppe wenigtens vermuthungsweise festzustellen. Vielleicht kann ein specieller Nematodenkenner aus meinen Abbildungen einige systematische Anhaltspunkte gewinnnen. Mit allem Vorbehalt möchte ich für den Parasiten den Namen »Lumbricicola vasorum« vorschlagen; falls es sich später gelegentlich herausstellen sollte, dass er zu einer bereits beschriebenen Gattung gehört, so könnte mein provisorischer Gattungsname zur Speciesbezeichnung gemacht werden. Selbst die Länge des Thieres konnte ich aus den angegebenen Gründen nicht bestimmen; auch die Dicke nur annäherungsweise, wegen der oft vorkommenden, auf Schrumpfung hindeutenden, asymmetrischen Verzerrungen. Die ungefähre Dicke beträgt $^1/_{10}$ mm.

Im Anfange erwähnte ich bereits, dass von den operirten Regenwürmern ein großer Theil nachträglich, d. h. über zwei Monate nach der Operation einging. Nach Auffindung der Nematoden liegt natürlich der Gedanke nahe, dass entweder der Blutgefäßnematode oder die massenhafte Ansiedelung der Pelodera die Todesursache gewesen sein könnte. Denn eine unmittelbare Folge der Operation konnte die große Sterblichkeit nicht sein, wegen der Länge der inzwischen verstrichenen

Zeit. Wohl aber könnte sie eine indirekte Folge sein. Die Zerstörung der nervösen Centralorgane in einigen Segmenten hat vielleicht die Bedingungen für die Ansiedelung oder Vermehrung der Nematoden verbessert, wie ja z. B. die Zerschneidung von Gliedmaßennerven in den betroffenen Gliedern auch außer Gefühls- und Bewegungsstörungen allerlei Nachtheile mit sich zu bringen pflegt. —

Resultate.

Zur Bequemlichkeit derjenigen Leser, denen die Kenntnisnahme der hauptsächlichen Ergebnisse genügt, stelle ich diese hier zusammen.

1) Regenwürmer regeneriren nicht nur, wie bekannt, eine Anzahl abgeschnittener, vorderer oder hinterer Segmente, mitsammt den in ihnen enthaltenen Organen, sondern auch einzeln herausgeschnittene Stücke des Centralnervensystems, insbesondere das Oberschlundganglion, sowie auch Strecken des Bauchmarks.

2) Alle diese Regenerationen kommen in der Weise zu Stande, dass sich die angeschnittenen Stümpfe verlängern, bis sie zusammenwachsen, was wahrscheinlich (und im Einklange mit der herrschenden Ansicht) so aufzufassen ist, das sich die regenerirten Partien durch Auswachsen der angeschnittenen, normalen, bilden.

3) In allen Wunden und an allen Stümpfen kommt es zur Bildung eines kompakten, kernreichen Gewebes, das aller Wahrscheinlichkeit nach aus Leukocyten besteht; die regenerirenden Gewebe scheinen in dieses »Regenerationsgewebe« gleichsam hineinzuwachsen; die Bedeutung des Regenerationsgewebes (oder der dasselbe wahrscheinlich zusammensetzenden Leukocytenanhäufungen) muss einstweilen dahingestellt bleiben.

4) Alle langgestreckten Organe oder Stücke — Vorder- oder besonders Hinterenden, wie auch einzeln herausgeschnittene Bauchmarksstrecken — wachsen Anfangs mit bedeutend verjüngtem Durchmesser nach. Diese Thatsache scheint eine sehr allgemeine Verbreitung zu haben.

5) Bei allen Regenerationen kommen gelegentlich Abweichungen von dem normalen Typus vor; z. B. gelangten zur Beobachtung eine symmetrische Doppelbildung des Oberschlundganglions sowie Unregelmäßigkeiten in der Segmentirung nachgewachsener Bauchmarksstrecken.

6) Eine regelmäßig vorkommende Abweichung besteht darin, dass die drei unter dem Namen der Leydig'schen Fasern bekannten, dicken, mit starken Markscheiden versehenen Fasern auf der Dorsalseite des Bauchstrangs, die bekanntlich bis auf die jüngste Zeit den wunder-

lichsten Missdeutungen unterlagen, in den nachgewachsenen Bauchmarkspartien reiche Verästelungen eingehen; in den regenerirten Stücken des Bauchmarks findet sich also immer eine viel größere Zahl dieser Fasern vor, so dass jede der Fasern des normalen Bauchmarks durch eine Mehrzahl von regenerirten fortgesetzt erscheint; auch hierin zeigt sich die schon früher nachgewiesene Übereinstimmung der Leydig-schen Fasern mit den markhaltigen Fasern der Wirbelthiere.

7) Die hellen Ganglienzellen, deren Ausläufer den Achsencylinder der Leydig'schen Fasern bilden, werden gleichfalls in ansehnlicher Zahl regenerirt; ihre Anordnung legt den Gedanken nahe, dass sie lediglich die Bildung der Achsencylindersubstanz (des reizleitenden Plasmas) zu besorgen haben.

8) Manche der Einzelheiten sprechen wiederum entschieden zu Gunsten der neueren Leydig'schen Auffassung des Centralnervensystems, der sich in den wesentlichen Punkten Rohde, Nansen und der Verfasser angeschlossen haben.

9) Einige Ergebnisse dieser Untersuchung sind geeignet, die in meiner letzten Arbeit ausgesprochene Vermuthung zu stützen, dass auch die gewöhnlichen Fasern im Bauchmarke des Regenwurms eine wenn auch nur sehr wenig entwickelte Markscheide besitzen; eine scharfe Grenze zwischen markhaltigen und marklosen Fasern lässt sich überhaupt nicht ziehen.

10) Bei einigen der Regenwürmer mit Bauchmarkslücke fanden sich massenhafte parasitische Nematoden, wahrscheinlich Pelodera pellio, die namentlich im Regenerationsgewebe, aber auch sonst in der Leibeshöhle, in ein kompaktes Gewebe eingeschlossen, zur Beobachtung kamen. Ob diese gewaltige Vermehrung mit den Schädigungen der Thiere in Folge der Bauchmarksdefekte ursächlichen Zusammenhang hat, muss dahingestellt bleiben. — Bei einem der Thiere mit Bauchmarkslücke fanden sich einige Nemathelminthen anderer Art und beträchtlicherer Größe in dem ventralen Hauptblutgefäße vor; sie gehören möglicherweise einer noch nicht beschriebenen Art an.

Auch dieses Mal bin ich Herrn Geheimrath Prof. Dr. F. E. Schulze für Überlassung eines Arbeitsplatzes und mancherlei Förderung, eben so auch den Herren DrDr. v. Mährenthal, Heymons und Schaudinn zu aufrichtigem Danke verpflichtet.

Berlin, im Mai 1895.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIII und XIV.

Sämmtliche Abbildungen sind auf mechanische Weise nach eigenen photographischen Aufnahmen mit den Zeiss'schen Apochromaten hergestellt, die meisten mit demjenigen von 4 mm Brennweite. Der beigegebene Maßstab (hundertstel Millimeter) gilt nur für Fig. 1—13; auch ist er wegen vorgekommener, wennschon geringfügiger Änderungen des Camera-Auszuges nicht ganz, wohl aber hinreichend genau.

Fig. 1—8 stellen einige Querschnitte von einer Schnittserie durch einen $2^1/_2$ Monate alten, oralen Regenerationsstumpf dar; Fig. 11—13 sowie Fig. 16 dessgleichen von einer anderen Schnittserie.

Fig. 1. Schnitt unweit des äußersten Endes des vorwachsenden Bauchmarks. Die abnorm dicke Muskelscheide ist mit einem Strange von Regenerationsgewebe verschmolzen, in dem hier und da Blutlakunen — vermuthlich den Anfang der Vascularisation darstellend — angeschnitten sind. Der Strang von Regenerationsgewebe geht nach links oben in die Scheide des großen ventralen Blutgefäßes (dieses selbst zur Raumersparnis nicht abgebildet), nach unten, wenn auch weniger intim, in den ventralen Hautmuskelschlauch über.

Fig. 2. Dessgleichen, aber etwas weiter nach vorn (im Wurmkörper). Das Nervengewebe ist bereits stärker, deutlicher und charakteristischer ausgebildet. Links ein angeschnittener segmentaler Nerv. Kolossale Entwicklung der Muskelscheide.

Fig. 3. Dessgleichen, noch weiter nach vorn. Der Querschnitt hat bereits einen sehr viel bedeutenderen Durchmesser, aber im Wesentlichen noch ein ähnliches Aussehen, wie die vorigen. Muskelscheide nicht mehr so abnorm stark entwickelt. Einige Nervenröhren heben sich bereits in Folge ihres beträchtlicheren Durchmessers von den übrigen ab.

Fig. 4. Dessgleichen, noch weiter nach vorn. Dieser Schnitt ähnelt bereits ganz den normalen, bis auf die Anordnung der Leydig'schen Fasern. Rechts eine der zu diesen gehörigen Ganglienzellen.

Fig. 5. Dessgleichen, noch weiter vorn. Verzweigungen der medianen Leydig-schen Faser. Die beiden medianen haben ihr Lumen, d. h. also den Achsencylinder fast ganz eingebüßt.

Fig. 6. Ähnlich dem vorigen, doch haben die Verzweigungen der medianen Faser aufgehört, es ist nur eine von entsprechend größerem Querschnitte vorhanden. In der ventralen Partie drei der zu den Leydig'schen Fasern gehörigen Ganglienzellen.

Fig. 7. Ähnlich den beiden vorigen; die beiden medianen Fasern haben bereits einen deutlichen Achsencylinder. In der Medianlinie etwa, ein wenig unter den normalen Leydig'schen Fasern, liegt ein kleines Bündel von vier markhaltigen Fasern, die in der Größe zwischen den gewöhnlichen und den kolossalen Fasern stehen.

Fig. 8. Verbindungsast zwischen der medianen Leydig'schen Faser und den vier überzähligen kleineren markhaltigen Fasern.

Fig. 9. Ein Schnitt von derselben Serie, aber aus dem aboralen Regenera-

tionsstumpfe. Außerordentlich viel Querschnitte durch die Verästelungen der LEYDIG'schen Fasern, deren man, je nachdem man die kleineren mitrechnen will oder nicht, 8 bis 12 zählt.

Fig. 10. Schnitt durch die aborale Regenerationszone eines Wurmes, dessen beide Bauchmarksenden vollständig zusammengeheilt waren. Etwa acht Querschnitte durch LEYDIG'sche Fasern oder ihre regenerativen Verästelungen. Einige von ihnen zeigen einen wohl erhaltenen, andere, wie das bei Osmiumsäurepräparaten die Regel ist, einen fast ganz zerstörten Achsencylinder.

Fig. 11. Schnitt durch den oralen Stumpf einer anderen Serie. Links geht ein unverhältnismäßig starker Nerv ab, vielleicht einer der alten segmentalen Nerven. Einige Nervenfasern von etwas stärkerem Kaliber fallen auf, aber sie präsentiren sich noch nicht als »Kolossalfasern«.

Fig. 12 u. 13. Zwei Schnitte derselben Serie, wie der vorige, aber weiter nach vorn. Die LEYDIG'schen Fasern präsentiren sich schon als solche, doch finden sich, außer den beachtenswerthen Verlagerungen, manche Übergangsformen zwischen den »eigentlichen« Kolossalfasern und gewöhnlichen Fasern.

Fig. 14. Schnitt derselben Serie, doch noch viel weiter nach vorn. Die LEYDIG'schen Fasern haben bereits ihre normale Lage, doch haben die beiden seitlichen kein Lumen. Sehr zahlreiche Mittelformen zwischen gewöhnlichen und Kolossalfasern.

Alle bisher erwähnten Präparate waren mit Osmiumsäure hergestellt. Fig. 6 bis 13, besonders aber Fig. 9 zeigt die Struktur des Bauchmarksgewebes besonders gut.

Fig. 15. Aus dem oralen Stumpfe einer 8 Tage alten Regeneration des Bauchmarks. Bauchmarksgewebe degenerirt, durch massenhafte Marktröpfchen (bei OsO_4-Behandlung) geschwärzt. Dicke Scheide aus Regenerationsgewebe um den ganzen Bauchstrang, besonders aber auf seiner dorsalen Seite. Auf der ventralen Seite erstreckt sich das Regenerationsgewebe in die Wunde des Hautmuskelschlauches hinein.

Fig. 16. Dessgleichen, aber aus dem aboralen Stumpfe.

Fig. 17. Schnitt durch die LEYDIG'schen Fasern der regenerirten Partie eines ganz geheilten Wurmes (desselben wie Fig. 10), mit Scheidewänden im Achsencylinder der medianen LEYDIG'schen Faser.

Fig. 18. Schnitt durch eines der vorderen Ganglien eines Regenwurms, der das ganze Vorderende regenerirt hatte. Die Vertheilung der Ganglienzellen ist etwas anders als gewöhnlich; außerdem finden sich Nester rundlicher, kleiner Zellkerne, die in dem normalen Bauchmarke fehlen.

Fig. 19. Regeneration einer 24 Stunden alten Wunde des Hautmuskelschlauches. Das Regenerationsgewebe ist vor Allem durch den großen Kernreichthum ausgezeichnet.

Fig. 20. Verheilte Schnittwunde durch den Hautmuskelschlauch von 14 Tagen Dauer. Über dem Schnitte hat sich, wie das meist der Fall ist und im Text zu erwähnen vergessen wurde, eine kantenartig vorspringende Verdickung gebildet. Das Epithel, wenn auch viel niedriger als beim normalen Wurme, überzieht bereits die ganze Wunde.

Fig. 21. Regenerirende Schlundkommissur von 5 Tagen Dauer. Zellen und Zellkerne des Regenerationsgewebes haben sich spindelförmig gestreckt, so dass ihr längerer Durchmesser den Umrissen des Stumpfes gleichgerichtet ist.

Fig. 22. Schnitt aus dem Stumpfe eines 2½ Monate alten Regenerationssta-

diums des Bauchmarks. Dieses ist von einer umfangreichen Hülle von Regenerationsgewebe umgeben, in der sich massenhafte kleine Nematoden, wahrscheinlich Pelodera pellio, angesiedelt haben. Nur in der Mitte ist ein wenig Nervenfasergewebe unterscheidbar; im Regenerationsgewebe sieht man zahlreiche Blutgefäße. Im ventralen Hauptblutgefäße finden sich die Schnitte der im Text ausführlicher besprochenen, größeren Nematodenart. Einer der Schnitte (der untere) ist etwas schief gegangen. Sublimat-Karminpräparat.

Fig. 23. Schnitt derselben Serie; die Hälfte der Leibeshöhle ist fast ganz von einem dem Regenerationsgewebe ähnlichen, dichten Gewebe erfüllt, das wahrscheinlich, wie auch dieses, im Wesentlichen aus Leukocyten besteht. Es finden sich in ihm zahllose Nematoden der kleinen Art.

Fig. 24. Schnitt durch dasselbe Gewebe bei stärkerer Vergrößerung (etwa dem Maßstab von Fig. 1—8 entsprechend). Man sieht, wie dicht die Nematoden liegen.

Fig. 25. Schnitt durch das ventrale Blutgefäß desselben Regenwurms, mit zwei Schnitten durch den fraglichen größeren Nematoden. Vergrößerung etwa wie der vorige Schnitt.

Fig. 26. Dessgleichen, aber mit nur einem Schnitte durch den großen Nematoden, bei noch stärkerer Vergrößerung. Auf diesem und dem vorigen Bilde erkennt man fast alle im Texte erwähnten Eigenthümlichkeiten dieses Nematoden.

Erklärung der Umrisszeichnungen.

In den Pausen bedeutet:

B, das ventrale Hauptblutgefäß;
Ba, Bauchstrang;
b, Blutlakune im Regenerationsgewebe;
C, seitliche Cuticula-Kante des im Text beschriebenen Blutgefäßparasiten;
D, verdicktes Leibeshöhlenendothel;
e, das regenerirte junge Epidermisepithel;
f, faseriges Regenerationsgewebe;
G, Grenze zwischen normalem und Regenerationsgewebe;
Lf, Leydig'sche Fasern. Oft sind nur ihre Umrisse skizzirt, ohne Hinzufügung von Buchstaben. Eine Unterscheidung zwischen den Verzweigungen der Leydig'schen Fasern und den dickeren unter den gewöhnlichen Fasern ist oft nicht möglich;
Lz, die hellen Ganglienzellen, deren Fortsätze die Achsencylinder der Leydig'schen Fasern bilden;
n, Nervengewebe;
N, Nematoden;
NG, mit Nematoden erfülltes Gewebe;
r, Regenerationsgewebe;
sch, Bauchmarksscheide;
S, Seitenfelder der Blutgefäßnematoden;
vf, ventrale Riesenfasern; sie finden sich auf fast allen Schnitten, sind aber nur auf einem bezeichnet; ich habe sie früher gelegentlich beschrieben;
Z, abnorme Zelleinlagerungen im Bauchstrange, vgl. den Text.

Ciliate Infusorien im Cöcum des Pferdes[1].

Von

Dr. **Albert Bundle,**
städtischer Thierarzt in Friedrichshagen-Berlin.

(Aus dem zoologischen Institut zu Berlin.)

Mit Tafel XV und XVI.

Einleitung.

Angeregt durch die vorzügliche Arbeit SCHUBERG's über die Protozoen des Wiederkäuermagens[2], auf die ich durch meinen hochverehrten Lehrer, Herrn Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. F. E. SCHULZE, aufmerksam gemacht wurde, und von der Erwägung ausgehend, dass dem Rumen der Wiederkäuer in mancher Hinsicht physiologisch das Cöcum des Pferdes entspricht, unternahm ich es, im Inhalt dieses Darmtheiles nach Protozoen zu forschen. Der Erfolg war ein günstiger. Der dünnflüssige Inhalt des Pferdecöcums zeigte sich reich an ciliaten und flagellaten Infusorien, welche mit ungemeiner Geschwindigkeit hin und her, auf und nieder eilen, so dass es Anfangs schwierig ist, sich von den lebenden Infusorien ein klares Bild zu machen. Erst, wenn die sie umgebende Flüssigkeit anfängt zu erkalten, wodurch die Thiere matter und in Folge dessen langsamer werden, ist es möglich, sie genauer zu beobachten. Sie sind jedoch gegen niedere Temperaturen (etwa + 15° C. und weniger) sehr empfindlich, sterben rasch ab und geben in der Regel ihren Inhalt von sich oder platzen. Hierin unterscheiden sie sich also in unangenehmer Weise von den Infusorien des

[1] Diese Arbeit ist gleichzeitig mit der vor Kurzem in dieser Zeitschrift von EBERLEIN veröffentlichten und unabhängig von ihr entstanden. Sie war bereits druckreif, als letztere erschien. Da sich jedoch die Drucksetzung aus äußeren Gründen verzögerte, so habe ich es nicht verabsäumt, gegebenen Orts auf die Ausführungen EBERLEIN's Bezug zu nehmen.

[2] SCHUBERG, Die Protozoen des Wiederkäuermagens. in: Zool. Jahrbücher. Bd. II. p. 365—418.

Wiederkäuermagens, die ich unter gleichen Verhältnissen noch am anderen Tage lebend fand und von denen es SCHUBERG[1] sogar gelungen ist, sie drei Tage am Leben zu erhalten.

Das Material zu meinen Untersuchungen, das ich mir von der Berliner Central-Rossschlächterei holte, kam sofort nach meiner Ankunft im zoologischen Institute in einen auf 35° C. eingestellten Wärmeofen. Aber, obwohl ich es nur soeben geschlachteten Pferden entnahm und sofort gut einpackte, gelang es mir doch nie, die Thiere länger als zwei, höchstens drei Stunden am Leben zu erhalten, so dass ich, wollte ich meine Untersuchungen andern Tags fortsetzen, immer neues Material holen musste. Da es nicht zu vermeiden war, dass der dem Darme entnommenen Flüssigkeit eine Menge Futterpartikel beigemischt waren, so habe ich mit gutem Erfolge dieselbe durch ein, natürlich vorher erwärmtes, Leinentuch gegossen. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Fasern des Gewebes sind weit genug, um die Thiere hindurchzulassen.

Die Untersuchung der lebenden Thiere habe ich theils auf dem heizbaren Objekttisch nach M. SCHULTZE, theils ohne diesen vorgenommen. Letzterem möchte ich fast den Vorzug geben, und zwar desshalb, weil die Thiere ohne Ausnahme bei höherer Temperatur sich viel zu schnell bewegen, als dass sie eingehend zu studiren, insbesondere zu zeichnen wären, während sie auf dem mäßig erwärmten, einfachen Objektträger gerade in dem für die Untersuchung günstigsten Stadium — im allmählichen Absterben — sich befinden. Die Anwendung von Stützen für das Deckgläschen ist unnöthig, da die Thiere sich auch ohne dieselben ungehindert bewegen können. Als Zusatzflüssigkeit verwendete ich anfänglich filtrirte Darmflüssigkeit, später jedoch sog. physiologische Kochsalzlösung, deren Anwendung denselben Erfolg hat und weit bequemer ist.

Zur Konservirung habe ich neben verschiedenen anderen Mitteln, wie Osmiumsäure, Chromsäure etc. vornehmlich eine gesättigte Lösung von Quecksilberchlorid benutzt. Ich gebe dieser den Vorzug hauptsächlich desshalb, weil durch dieselbe die Bewimperung am besten erhalten bleibt. Nachdem ich 24 Stunden im Wasser ausgewaschen, härtete ich mit Alkohol und färbte hauptsächlich mit Boraxkarmin, aber auch mit Alaunkarmin, Hämatoxylin u. a. m. Am besten wurden die Präparate, wenn ich sie zwei Tage in der Farbstofflösung liegen ließ und dann mindestens eben so lange Zeit mit 63%igen salzsaurem Alkohol auszog. Die weitere Behandlung war dann die wohl allgemein übliche: absoluter Alkohol, Xylol, Kanadabalsam.

[1] Ibidem p. 370.

Als beste Methode, die feinere Struktur der Infusorien, insbesondere die ihres Ektoplasmas kennen zu lernen, fand ich folgende:

Nachdem die Thiere mit Boraxkarmin in der eben beschriebenen Weise gefärbt und in Xylol eingelegt waren, wurden sie in den auf + 45° C. eingestellten Wärmeofen gebracht. Hier wurde dem Xylol allmählich immer mehr Paraffin zugesetzt. Es empfiehlt sich hierbei, als Gefäß ein Uhrschälchen zu benutzen, da man durch rotirende Bewegung desselben im Stande ist, die Infusorien in der Mitte zusammenzudrängen. Hat man durch längeres Erwärmen das Xylol allmählich entfernt, was etwa nach 24 Stunden der Fall ist, so lässt man das Paraffin erkalten, schneidet aus ihm das mittelste Stück, also dasjenige, in welchem die meisten Infusorien sich befinden, heraus und fertigt von diesem möglichst feine Schnitte an. Diese klebt man mit Eiweiß auf Objektträger, entfernt das Paraffin durch Xylol, dieses durch Alkohol und färbt nun die Schnitte mit Hämatoxylin, indem man die Objektträger direkt in eine mit dieser Farblösung gefüllte Cuvette stellt. Auf diese Weise ist es möglich, eine bessere und vor Allem gleichmäßigere Tinktion zu erzielen als mit allen anderen von mir versuchten Methoden, insbesondere eine bessere, als wenn man die Infusorien in toto färben würde. Allerdings giebt auch dann die Untersuchung nur durch Anwendung sehr starker Vergrößerung (Ölimmersion) befriedigende Resultate.

Was die Häufigkeit des Vorkommens anbelangt, so fand ich Cycloposthium bipalmatum, die Form, die auch die größte ist, fast ausnahmslos bei jedem Pferde. Sehr häufig sind dann auch die Formen Blepharocorys uncinata, Paraisotricha colpoidea, Didesmis quadrata und ovalis. Blepharoprosthium pireum wird nicht gerade häufig angetroffen, tritt aber, wenn es vorkommt, immer in größerer Anzahl auf. Die übrigen von mir beschriebenen Arten fand ich immer nur vereinzelt und mehr oder weniger selten vor.

Die Litteratur über die Infusorien des Pferdedarmes ist eine äußerst spärliche. Zuerst erwähnt werden dieselben im: Recueil de Médécine véterinaire practique, XXe Volume, Paris 1843, wo Gruby et Delafond[1] unter dem Titel »Recherches sur des animalcules se développant en grand nombre dans l'estomac et dans les intestins, pendant la digestion des animaux herbivores et carnivores«[2] neben den Infusorien des Wiederkäuermagens, des Hundedarmes etc., deren erste Entdecker sie ebenfalls sind, sieben Arten aufzählen und kurz

[1] Diese Autoren berichten unter gleichem Titel auch an die Académie des Sciences (s. Compt. Rend. T. XVII. p. 1304—1308. Paris 1843).

[2] p. 863—864.

beschreiben. Leider ist ihre Darstellung nicht derart, dass man aus ihr viel entnehmen könnte, zumal Abbildungen fehlen. Am besten noch ist daraus ihre première espèce zu erkennen, die jedenfalls mit Cycloposthium bipalmatum identisch ist. Ihre zweite Art dagegen habe ich nicht erkennen können, es müsste denn sein — und ihre ganze Beschreibung passt darauf —, dass sie ein in Theilung begriffenes Cycloposthium für eine andere Species gehalten haben, was ja nicht unmöglich wäre. Die folgenden Arten sind noch kürzer als die ersten gekennzeichnet. Ich vermuthe, dass sie unter quatrième espèce Paraisotricha quadrata meinen. Ihre dritte, fünfte und sechste Species wage ich überhaupt nicht zu bestimmen. Als siebente führen sie kurz an: Monades de $^1/_{100}{}^e$ de millimètre. Dies dürften die auch von mir beobachteten Flagellaten sein.

Weiss[1] bezieht sich auf die Abhandlung obiger Autoren. Doch geht er bereits einen Schritt weiter und giebt eine Abbildung von Cycloposthium bipalmatum, ohne es anders als die beim Pferde häufigste Art zu nennen. Doch ist die Zeichnung nur skizzirt. Sie stellt in groben Umrissen das Thier mit eingezogenem Ciliophor dar. Von den Cilien dieses letzteren, von Kern, Vacuolen etc. ist nichts zu sehen.

Vor ihm, im Jahre 1854, hatte schon Colin mehrere Arten entdeckt und beschreibt sie kurz in seinem »Traité de physiologie comparée des animaux domestiques«. Leider war mir diese erste Ausgabe des Buches nicht zugänglich. In der zweiten Auflage desselben giebt er[2] an, dass im Blind- und Grimmdarm des Pferdes acht bis zehn Arten von Infusorien vorkämen. 15 Abbildungen unterstützen den knappen Text. Aus ihnen ist zu entnehmen, dass Fig. 1, wenn auch sehr wesentliche Details fehlen, Cycloposthium bipalmatum ist. Fig. 2—4 sind anscheinend kleinere Exemplare derselben Species in verschiedener Lage; Fig. 5 wahrscheinlich Blepharoprosthium pireum mihi mit kontrahirtem Halstheil. Die Abbildungen Fig. 6—8 lassen auf Blepharocorys uncinatum schließen. Fig. 9 sind zwei Flagellaten, Fig. 10 vielleicht Paraisotricha colpoidea, Fig. 11 eine Form, die ich nicht zu bestimmen wage, Fig. 12 und 13 wahrscheinlich Paraisotricha oblonga. Alle sind nur oberflächlich gezeichnet, nur bei einer ein Kern abgebildet.

In allerletzter Zeit, als ich vorliegende Untersuchungen bereits abgeschlossen hatte, kam mir eine Abhandlung Fiorentini's[3] zu Gesicht,

[1] Weiss, Specielle Physiologie der Haussäugethiere. p. 131—132. Stuttgart 1859.

[2] Paris 1871. p. 836—837.

[3] Fiorentini, Intorno ai Protisti dell' intestino degli equini. Pavia 1890.

um die ich mich lange vergeblich bemüht hatte. Dieser Autor beschreibt 14 Arten von ciliaten Infusorien, die er im Blind- und Grimmdarm des Pferdes fand. Er ist der Erste, der diese Thiere benennt und sie zu klassificiren sucht. In wie weit er hierbei das Richtige getroffen, soll im speciellen Theil untersucht werden. Hier will ich zunächst nur bemerken, dass meine Messungen mit den von FIORENTINI gegebenen keineswegs übereinstimmen.

Damit wäre die gesammte Speciallitteratur über unseren Gegenstand, so weit ich im Stande bin, dieselbe zu überschauen, erschöpft und ich gehe zu der Beschreibung der einzelnen, von mir aufgefundenen Infusorien über.

Specieller Theil.

Cycloposthium[1] nov. gen.

Cycloposthium bipalmatum Fiorentini.

Synon.: 1. u. 2. Infusorienart von GRUBY et DELAFOND;
1. bis 4. Infusorienart von COLIN;
häufigste Infusorienart des Pferdes nach WEISS;
Entodinium bipalmatum Fiorentini (Fig. 1—6).

Von allen Protozoen, welche das Cöcum des Pferdes bevölkern, ist diese Form die häufigste. Ich vermisste sie in den weit mehr als tausend Präparaten, die ich anfertigte, wohl nicht öfter als höchstens zwei- bis dreimal. Dieser Umstand, sowie jener, dass dieses Infusor nicht nur das größte aller hier in Betracht kommenden Ciliaten ist, sondern auch bezüglich seiner äußeren Gestalt am wenigsten leicht mit anderen verwechselt werden kann, mag die Ursache sein, dass es verhältnismäßig am meisten gekannt und am genauesten beschrieben ist.

Die Gestalt des Thieres ist langgestreckt, im vorderen Theil dicker, im hinteren etwas dorsoventral abgeplattet. Der Querschnitt, wenigstens jener der vorderen vier Fünftel des Körpers, zeigt eine ellipsoide Form, mit der Abweichung, dass der Längsleiste entsprechend eine manchmal fast gar nicht, manchmal sehr deutlich ausgeprägte dritte Kante wahrzunehmen ist, wodurch er mehr die Form eines Dreiecks bekommt, dessen Seiten aus Bogenlinien bestehen. Diese eben erwähnte Leiste (Fig. 1 *l*) befindet sich auf derselben Seite, auf welcher der Kern liegt und läuft in derselben Richtung wie dieser als eine dicht am Collare (Fig. 1 *c*) beginnende, doppelt kon-

[1] *κύκλος* = Kreis, *πόσθιον* = Vorhaut.

tourirte Kante nach hinten. Vorn ist dieselbe scharf abgesetzt und verhältnismäßig breit, verjüngt sich aber in ihrem weiteren Verlaufe immer mehr. An dem rechten der beiden, zweckmäßig als »Caudalia« zu bezeichnenden hinteren Fortsätze (Fig. 1 *cd*) biegt sie nach links um, beschreibt einen nach vorn offenen Bogen und verliert sich in der Gegend des linken Caudale. Auf diese Weise werden nach hinten zu, von da ab, wo das Thier an Dicke bedeutend abnimmt, zwei verschieden lange, dünne, aber breite Platten gebildet. Zwischen beiden ist ein quer verlaufender Einschnitt, aus dem die Caudalia hervorstreben.

Der Körper ist formbeständig. Seine äußere Hülle starr, fest und unelastisch. Sie lässt sich durch Behandlung mit Wasser und Alkohol abheben.

Das Ektoplasma (Fig. 4) ist eine Schicht von größerer Dichtigkeit und verschiedener Stärke — am dicksten hinten, am schmalsten an den Seiten — und frei von Einschlüssen. Bezüglich seiner feineren Struktur möchte ich Folgendes erwähnen:

Bereits frühere Forscher, wie Colin, Stein, Maupas waren zu dem Resultate gekommen, dass das Ektoplasma nicht eine einfache Schicht sei, sondern aus einer äußeren Hülle und dem eigentlichen Ektoplasma bestehe, wie ich die verschiedenen Bezeichnungen, die von ihnen angewandt worden, kurz zusammenfassen will. Die Untersuchungen von Balantidium elongatum, die Bütschli gemeinsam mit Schewiakoff[1] ausführte, ergaben, dass die dicke Membran (Cuticula Stein's) dieses Infusors eine sehr schön entwickelte Alveolarschicht ist, die namentlich auch gegen das unterliegende Plasma durch einen scharfen Grenzsaum gesondert erscheint. Letzterer sei desswegen so deutlich, weil zwischen ihm und dem Entoplasma eine ganz hyaline Zwischenzone bestehe. Auch Schuberg[2] konnte bei Diplodinium- und Ophryoscolex-Arten eine Ekto- und Entoplasma trennende »Membran« sowie eine Alveolarschicht konstatiren. Es ist daher wohl anzunehmen, dass auch bei anderen, wenn nicht bei allen, Infusorien sich Differenzirungen des Ektoplasmas nachweisen lassen. Denn auch meine Untersuchungen von Cycloposthium bestätigen dies. Ich fand nämlich an Schnitten, die ich zu diesem Zwecke ausführte, folgende Verhältnisse vor:

Auf die Pellicula (Fig. 4 *p*), die sich als die äußerste, zarte und feine, dabei beim Schneiden doch spröde periphere Schicht repräsentirt, folgt eine schmale, glänzende, hyaline Schicht (Fig. 4 *h*), an die

[1] Bronn's Klassen und Ordnungen. Bd. III. p. 1264.

[2] Schuberg, Einige Organisationsverhältnisse der Infusorien des Wiederkäuermagens. in: Sitzungsber. der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg. Jahrg. 1891. p. 10.

sich eine breite Zone anreiht, welche durch je zwei feine, radiär verlaufende, bald neben einander liegende, sehr häufig aber auch einen kleinen, verschieden großen, gewöhnlich keilförmigen Zwischenraum zwischen sich lassende[1] Fädchen in gleich große Abtheilungen getrennt ist (Fig. 4 *al*). Auf diese Alveolarschicht folgt wieder eine schmale, hyaline Schicht (Fig. 4 h_1), welche durch einen gut sichtbaren, dunkel kontourirten »Grenzsaum« (Fig. 4 *g*) vom Entoplasma getrennt ist. Wir können demnach am Ektoplasma unterscheiden:

1) die Pellicula,
2) die äußere hyaline Schicht,
3) die Alveolarschicht,
4) die innere hyaline Schicht,
5) den Grenzsaum.

Der Kern und die kontraktilen Vacuolen liegen, wie ich schon an dieser Stelle hervorheben will, bei Cyclopostbium bipalmatum, nicht im Ekto-, sondern im Entoplasma, eine Thatsache, die mit den Ansichten Bütschli's[2] in Übereinstimmung, mit den Wahrnehmungen Schuberg's[3] dagegen im Widerspruch steht. Denn Letzterer fand bei den Diplodinium- und Ophryoscolex-Arten diese Organula im Ektoplasma.

Das Entoplasma ist in der Regel fein granulirt und schließt in sich eine große Anzahl Futterpartikel der verschiedensten Art und von oft bedeutender Größe ein. Eine eigenthümliche Gestaltung zeigt es bei ganz großen Individuen. Hier ist der ganze Innenraum ausgefüllt mit einer Unmasse stark lichtbrechender, glänzender Gebilde von unregelmäßiger Form, die sich aber in ihren Kontouren an einander anpassen und die dem Ganzen das Aussehen fein genarbten Leders geben. Bei scharfer Einstellung bemerkt man an ihnen einen hellen Saum, während der Körper dunkel ist. Bei Zusatz von heißem Wasser lösen sie sich nach vorhergehendem Quellen. In Alkohol sind sie unlöslich. Durch Jod werden sie im festen Zustand braun bis braunviolett, im gequollenen oder gelösten dagegen weinroth gefärbt. Diese Reaktionen decken sich vollständig mit jenen, die Bütschli für einen Stoff feststellte, welchen er bei gewissen parasitischen Heterotrichen (Nycto-

[1] Ob sich dies am lebenden Thiere eben so verhält, vermag ich natürlich nicht zu sagen. Doch scheint es mir, als ob diese Zwischenräume Kunstprodukte seien, hervorgebracht durch Schrumpfung der Alveolenwandungen in Folge der Wasserentziehung bei der Behandlung mit Alkohol.

[2] Bütschli, in: Bronn's Klassen und Ordnungen. Bd. III. p. 1492.

[3] Schuberg, Einige Organisationsverhältnisse der Infusorien des Wiederkäuermagens. in: Sitzungsberichte etc. p. 10.

therus und Balantidium)[1] und Gregarinen[2] entdeckte und als Paraglykogen bezeichnete. Da auch Form und Aussehen unserer Gebilde mit den Beobachtungen BÜTSCHLI's übereinstimmt, so nehme ich keinen Anstand, sie ebenfalls für Paraglykogen anzusprechen.

Wimpern besitzt Cycloposthium bipalmatum mit Ausnahme der noch zu beschreibenden, am Ciliophor und den Caudalien sitzenden, nicht.

Die Bewegung ist, so lange die Thiere nicht durch Hindernisse aufgehalten werden, eine gleichförmige, ruhige und, gegenüber der bei den meisten anderen hier in Betracht kommenden Ciliaten, langsam bis mäßig schnell. Sie wird durch die beiden Caudalia (Fig. 1 *cd*) hervorgerufen, die sich zu beiden Seiten des Hinterendes befinden und einander gegenüberstehen. Diese bestehen aus drei Theilen:

1) einem ringförmigen, aus einer dicken, doppelt kontourirten Membran bestehenden Theil, der
2) das Basalstück umschließt, an welchem
3) je sechs Cilien sitzen.

Letztere sind breit, lang, nach allen Seiten hin beweglich. Das Basalstück ist am Grunde gerade und schräg abgesetzt. Von hier aus gehen 2—3 sehr feine, schwer sichtbare Fädchen (Myophane?) in das Innere des Körpers (Fig. 1 *m*).

An dem bei der Bewegung nach vorn gerichteten Pole des Thieres befindet sich das Peristom. Vier Theile können wir an ihm unterscheiden:

1) das Collare,
2) den Cilienkranz,
3) den Ciliophor,
4) den Mundrand.

Das Collare (Fig. 1 *c*) bildet einen äußeren, peripheren, durch eine Falte der Pellicula gebildeten, starren Grenzwall und ist nicht einziehbar. Der Form nach entspricht es einem Krater mit ovaler Mündung, in dessen Innenraum die übrigen Theile des Peristoms eingeschlossen sind. An dasselbe schließt sich nach innen zu der Ciliophor (Fig. 1 *cp*) an, der die Gestalt eines oben abgestumpften Hügels besitzt. Zwischen beiden ist eine Furche, die, je nachdem letzterer mehr oder weniger eingezogen ist, verschieden tief ist und bei vollständiger Ausstülpung des Ciliophors fast ganz verschwindet. An der Basis des letzteren sitzen ca. 24 breite, ziemlich lange Wimpern in

[1] BÜTSCHLI, Über das Vorkommen einer dem Amyloid verwandten Substanz in einigen niederen Thieren. in: Arch. f. Anat. u. Physiol. 1870. p. 362.

[2] Derselbe, Bemerkungen über einen dem Glykogen verwandten Körper in den Gregarinen. in: Zeitschrift f. Biol. Bd. XXI. p. 603—612. 1885.

kreisförmiger Anordnung um denselben herum: der Cilienkranz (Fig. 1 *kr*). An der Spitze des genannten Hügels ist ein ovaler Ausschnitt, die Mundöffnung (Fig. 1 *o*), die in den weiten Schlund führt. Ciliophor sammt Wimpernkranz können, wie schon erwähnt, eingezogen werden. Dies geschieht aber nicht in der Richtung der Längsachse, sondern die retrahirende Bewegung ist eine schraubenförmige, in der Richtung von rechts und vorn, nach links und rückwärts verlaufende. Ein- und Ausstülpung wechseln oft mit einander ab und sind theils vollständig, theils mehr oder minder unvollständig. Auch bei gänzlicher Einziehung des Ciliophors ragen die Cilien noch mit ihren Spitzen zum Theil aus der Peristomhöhlung hervor.

Die Wimpern des Cilienkranzes werden wohl auch zur Unterstützung der Bewegung verwendet, in erster Linie jedoch zur Nahrungsaufnahme gebraucht. Sind Nahrungstheile in das Innere des Kranzes durch die Wimperung, die häufig von einer ruckartigen Vorwärtsbewegung des Thieres unterstützt wird, gelangt, so wird der Ciliophor eingezogen, wodurch die Cilien sich über die Mundöffnung garbenförmig zusammenlegen und die Nahrung in dieselbe hineindrücken. Auf diese Weise kommen oft sehr große Futterpartikel in das Innere, wo sie durch eine sehr gleichmäßige und starke Cirkulation (Fig. 5) weiter befördert werden. Diese ist am stärksten an der Peripherie, schwächer im Inneren, fast gar nicht wahrnehmbar am Collare. Sie beginnt in der Mitte, unterhalb der Mundöffnung, geht von da nach der Nucleargegend, hier längs des Kernes nach hinten, in der Höhe des rechten Caudale nach links, nicht ohne vorher einen zweiten, kleineren Strom, der sich aber am linken Caudale zum Theil wieder mit dem Hauptstrom vereinigt, im Übrigen kreisförmig im Hintertheil des Thieres verläuft, abgegeben zu haben, und von da wieder nach vorn.

Der Schlund wird, so weit man überhaupt von einem solchen sprechen kann, einzig und allein gebildet durch die im Inneren des Ciliophors befindliche Höhlung. Er ist demnach kurz und breit, vorn verhältnismäßig eng, und erweitert sich nach hinten zu.

Der After (Fig. 1 *a*) befindet sich hinter der Basis des linken Caudale, in dem durch die Wiedervereinigung der beiden »Endplatten« gebildeten Winkel. Er ist klein und schwer sichtbar. Doch wird seine Auffindung erleichtert durch die Beobachtung der nicht allzu selten und immer nur hier stattfindenden Ausstoßung von Exkrementen. Eine Afterröhre ist nicht vorhanden.

Größe. Cycloposthium bipalmatum ist das größte aller uns hier interessirenden Ciliaten. Doch ist seine Größe sehr wechselnd. Exemplare, die ich gemessen, zeigten folgende Dimensionen:

Exemplar.	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,092	0,041	—
b	0,081	0,032	—
c	0,111	0,042	0,038
d	0,064	0,030	0,027
e	0,191	0,085	—
f	0,135	0,072	—
g	0,079	0,031	0,27

Im Mittel beträgt demnach die Länge 0,107, die Breite 0,047 mm. Ein genaues Durchschnittsmaß der Dicke zu geben, ist mir nicht möglich, da ich gerade die größten Formen daraufhin nicht messen konnte.

Der Kern (Fig. 1 *man*) liegt nahe der Peripherie auf der dem After entgegengesetzten Seite, unter der Längsleiste, ist langgestreckt, ziemlich schmal und zeigt die Form einer Pistole. Vorn ist er etwas dicker, abgerundet und nach der Mitte des Thieres zu rechtwinkelig umgebogen. Manchmal, besonders bei großen Individuen, ist dieses Vorderende wieder lateralwärts zurückgeschlagen. Nach hinten zu wird der Nucleus schmäler und ist am aboralen Ende mehr oder weniger zugespitzt. Auf der lateralen Längsseite, ziemlich genau in der Mitte, ist ein halbkreisförmiger Ausschnitt, in welchem der Nebenkern liegt. Der Makronucleus ist grobkörnig, von derber Konsistenz und intensiv tingirbar.

Der Mikronucleus (Fig. 1 *min*) liegt in dem eben erwähnten Ausschnitte des Hauptkerns und ist von ellipsoider Gestalt. Seine beiden Pole — man kann einen oralen und aboralen unterscheiden — sind zugespitzt. An ihnen ist dichter granulirtes, nach vorn bezw. nach hinten allmählich an Dichtigkeit und Stärke abnehmendes Protoplasma (Fig. 1 *pr*) angehäuft.

Die Großkerne wiesen folgende Dimensionen auf:

Exemplar [1].	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,084	0,003	0,003
b	0,055	0,005	—
c	0,095	0,006	—
d	0,049	0,004	0,004
e	0,155	0,011	—
f	0,112	0,008	—
g	0,058	0,004	0,005

Demnach sind die Durchschnittsmaße: Länge 0,086, Breite 0,006, Dicke etwa 0,004 mm [2].

[1] Die Buchstaben entsprechen denen der oben gemessenen Individuen.

[2] Breite und Dicke sind in der Mitte des Kerns gemessen. Am vorderen, kolbenförmigen Ende sind die Verhältnisse durchweg etwa 2—2 1/2 mal größer.

Kontraktile Vacuolen (Fig. 1 *c v*) sind sechs vorhanden. Dieselben liegen in der Nucleargegend, dicht unter dem Ektoplasma, in einer von vorn nach hinten gehenden Reihe und sind von verschiedener Größe. Da sie sich häufig kontrahiren, so ist gewöhnlich immer die eine oder die andere unsichtbar, wesshalb man anfänglich leicht geneigt ist, ihre Zahl geringer anzunehmen.

Die für einige Ciliaten des Wiederkäuermagens, sowie die meisten des Pferdedarmes so charakteristischen Konkrementvacuolen (Konkrementhaufen SCHUBERG's) fehlen hier ganz. Manchmal stößt man allerdings im Innern der Thiere auf Gebilde, die damit eine entfernte Ähnlichkeit haben. Es sind dies große, einzeln oder zu zweien und dreien vorkommende, fast die ganze Breitseite des Infusors einnehmende Hohlräume, in deren Innern, umgeben von einem breiten, homogenen Saum, allerdings auch Körnchen liegen, die jedoch von jenen braun pigmentirten dadurch wesentlich unterschieden sind, dass sie farblos erscheinen und dass sie, mit Boraxkarmin gefärbt, bei mehrere Tage langer Behandlung mit 63 %igen salzsaurem Alkohol immer noch schön rosa tingirt sind, während das sie umgebende Plasma die Farbe vollständig verloren hat.

Konjugation habe ich niemals beobachtet, dagegen sehr häufig und in den verschiedensten Stadien eine Theilung. Diese besteht ausschließlich in einer Quertheilung und geht folgendermaßen vor sich:

1. Stadium. Das Infusor nimmt an Länge sowie in der Mitte an Dicke zu. Der Nebenkern ist als solcher nicht mehr zu erkennen. Der Makronucleus verdickt sich in der Mitte und wird (etwas) wurmförmig gekrümmt. An beiden Seiten des Thieres wölben sich zwei halbkugelförmige Gebilde hervor. Aboral von diesen bildet sich eine ringsherumlaufende Einschnürung. Hinter der letzteren entsteht auf der linken Seite eine hellere Stelle.

2. Stadium. Aus den an den Seiten befindlichen Halbkugeln sprossen kurze, breite Cilien hervor. Die Einschnürung wird tiefer, das ganze Thier und mit ihm der Kern länger. Innerhalb der hellen Stelle hinter der Querfurche werden eine Anzahl geschlängelter Linien sichtbar.

3. Stadium. Der Kern theilt sich, er wird dort, wo er vorher am dicksten war, nunmehr am dünnsten. Die Einschnürung vertieft sich, aber unregelmäßig, derart, dass — den Kern immer auf der rechten Seite gedacht — die vordere Hälfte des Gesammtthieres mehr nach rechts, die hintere nach links gerückt erscheint. Die neuen Caudalia haben so ziemlich ihre endgültige Form erreicht. Ihre Wimpern bewegen sich bereits. Auf der linken Seite hat sich die helle Stelle

scharf gegen ihre Umgebung abgegrenzt. Innerhalb derselben sind die späteren Cilien des Peristoms deutlich unterscheidbar. Die kontraktilen Vacuolen haben sich vermehrt.

4. Stadium (Fig. 6). Vordere und hintere Hälfte sind noch mehr nach rechts und links aus einander gewichen. Der Kern hat sich getheilt, doch ist die hintere Hälfte an ihrem vorderen Ende noch zugespitzt. Die Cilien des neuen Ciliophors (Fig. 6 cp_1) bewegen sich bereits im Innern. Der Cirkulationsstrom, der bislang durch beide Hälften ununterbrochen ging, hat sich getheilt, so dass jede dieser ihre besondere Strömung aufweist. Das neue Collare (Fig. 6 c_1) wird erkennbar.

5. Stadium. Die Verbindung der beiden neu entstehenden Individuen ist nur noch eine minimale. Das neugebildete vordere Ende des Kerns wird dicker. Die Cilien des neuen Ciliophors ragen mit ihren Spitzen ab und zu aus der Peristomhöhle hervor.

6. Stadium. Vollständige Trennung.

Je mehr man im Darme des Pferdes nach hinten kommt, desto mehr todte, im allmählichen Verdautwerden begriffene Infusorien, also auch Cycloposthien, trifft man an. Völlig verschieden von diesen sind jedoch gewisse Exemplare, die, ohne dass sie Leben zeigen, im Blinddarm neben einer Unzahl lebender ab und zu vorkommen u. z. besonders dann, wenn die letzteren von ganz hervorragender Größe waren. Denn, wenn jene anderen todten Individuen, selbst in Fällen, wo sie schon fast völlig aufgelöst waren, immer noch deutlich die Umrisse der lebenden erkennen ließen, zeigten diese eine hiervon abweichende Form, darin bestehend, dass das Protoplasma sich von der äußeren Hülle zurückgezogen hat, und anscheinend eingedickt, rissig und brüchig geworden ist. Die Caudalia sind verschwunden, der Ciliophor ist eingezogen. Das Collare hat sich von beiden Seiten über die Peristomhöhlung zusammengezogen und verschließt diese fast ganz, so dass das Lumen der Öffnung, aus der beim lebenden Thiere der Ciliophor hervortrat, auf ein Viertel seines früheren Durchmessers eingeschränkt ist. Aus dem so verengten Collare ragen noch einige Spitzen von Cilien hervor. Der Kern ist im Zerfall.

Bei halbverdauten Exemplaren ist der Kern in der Regel noch gut erhalten, während das Protoplasma vollständig verschwunden ist, also gerade umgekehrt. Auch findet man das Collare nie über die Peristomhöhle zusammengezogen, dagegen ist der Ciliophor verschwunden.

Welche Umstände diese verschiedenen Verhältnisse herbeiführen, vermag ich nicht zu sagen. Die Vermuthung, dass man es hier mit einer Encystirung zu thun habe, liegt allerdings nahe. Aber der Beweis

selbst nur für die Wahrscheinlichkeit eines solchen Vorgangs dürfte sehr schwer zu führen sein.

In seiner bereits erwähnten Abhandlung über die Protozoen des Darmes der Pferde[1] hat FIORENTINI unter »Entodinium bipalmatum« ein Infusor beschrieben, das mit dem von mir »Cycloposthium bipalmatum genannten wohl identisch sein dürfte, jedoch nicht zur Gattung Entodinium Stein gehört. Denn:

BÜTSCHLI[2] stellt folgende Diagnose der Gruppe Ophryoscolecina, zu der Entodinium gehört, auf:

»Klein bis ziemlich groß. Starr, mit dicker Pellicula; nur das Peristom ist retraktil; sein Saum kann vor- und zurückgezogen werden. Adorale Wimperzone nahezu kreisförmig geschlossen; ihr Oralende steigt tief in die trichterförmige Peristomhöhle hinab. Letztere ist vorn so weit geöffnet, dass sie fast das gesammte Peristomfeld einnimmt, auf der linken Ventralseite setzt sich ihre Öffnung in einen Spalt fort, welcher mäßig weit nach hinten zieht. Die Peristomhöhle vertieft sich zu dem ansehnlichen Schlund, welcher nicht scharf gegen sie abgegrenzt ist. Derselbe zieht etwas nach links gekrümmt nach hinten. Das Peristom- oder Stirnfeld ist von einem ziemlich hohen Peristomsaum umzogen, der einen Spiralumgang beschreibt, also nicht kreisförmig geschlossen ist. Bei geöffnetem Peristom wird der Saum nach innen (gegen das Peristom) wie nach außen durch eine tiefe Einfaltung der Oberfläche begrenzt. Letztere beschreibt demnach etwa zwei Spiralumgänge. Sie ermöglicht, dass der Saum über das retrahirte Peristom vollständig vor- oder zurückgezogen werden kann und es nach außen abschließt. In der vorderen Körperhälfte, linksseitig oder mehr auf den Rücken übergreifend, zuweilen eine quere Membranellenzone, von vorderer und hinterer Einfaltung begrenzt und gleichfalls retraktil (Diplodinium). Das Hinterende häufig mit stachelartigen Fortsätzen (Ophryoscolex). After bei den unbestachelten Formen terminal; gewöhnlich mit Afterröhre.

Gattung Entodinium Stein:

Klein bis mäßig groß (0,03—0,12). Gestalt etwa oval bis dreieckig, da hinten zum Theil etwas verjüngt. Hinterende zuweilen mit drei stachelartigen Fortsätzen, von welchen der linke viel länger ist, wie die beiden rechten. Hauptcharakter der Mangel einer Membranellenzone am Körper. Eine kontraktile Vacuole vor der Körpermitte, rechtsseitig oder dorsal. *MaN* länglich, ganz rechtsseitig, dicht unter der

[1] p. 11—13.

[2] BÜTSCHLI, Protozoa. in: BRONN's Kl. u. Ordn. d. Th. Bd. III. p. 1737—38.

Oberfläche, mit anliegendem *MiN.* Parasitisch im Rumen und Reticulum der Wiederkäuer. Drei Arten.«

Vergleichen wir das Ergebnis der Untersuchungen, die ich bei Cycloposthium bipalmatum ausgeführt habe, mit der Charakteristik der Ophryoscolecinen, so werden wir finden, dass allerdings auch bei unserem Thiere das Peristom retraktil ist; auch nimmt die Öffnung der Peristomhöhle fast das gesammte Stirnfeld ein. Das ist aber auch so ziemlich das Einzige, was mit Entodinium übereinstimmt. Die Hauptcharaktere, auf die es doch allein ankommt, fehlen. Denn weder Fiorentini noch ich konnten an Cycloposthium bipalmatum entdecken, dass die adorale Wimperzone »nahezu kreisförmig geschlossen« ist und dass »ihr Oralende tief in die trichterförmige Peristomhöhle hinabsteigt«, eben so wenig, wie »einen Peristomsaum, der einen Spiralumgang beschreibt, »also nicht kreisförmig geschlossen ist!« Gerade das Gegentheil ist der Fall. Die adorale Wimperzone ist kreisförmig geschlossen und ein Peristomsaum, der einen Spiralumgang beschreibt, ist nicht vorhanden. Einen Saum, der nach innen und außen durch eine tiefe Einfaltung der Oberfläche begrenzt wird, die es ermöglicht, dass derselbe vor- und zurückgezogen werden kann, hat Cycloposthium ebenfalls nicht. Das, was Fiorentini zeichnet und was augenscheinlich diesen vorstellen soll, ist etwas ganz Anderes. Er hat wahrscheinlich Individuen, die den Ciliophor nicht ganz, aber doch nahezu ganz ausgestülpt hatten — man trifft das sehr häufig — vor sich gehabt (s. Fig. 1). Denn in diesem Falle scheinen die eine dem Rand des Collare parallel laufende Linie bildenden Ansatzstellen der an der Basis des Ciliophors sitzenden Wimpern durch, und man glaubt es bei oberflächlicher Beobachtung mit einem Saum zu thun zu haben. Wenn das auch falsch ist, so sieht man hieraus doch, dass Fiorentini es versucht, wenigstens in einem Punkte dem Familiencharakter gerecht zu werden. In allem Übrigen ist es bei diesem einen Versuche geblieben und, da er sein »Entodinium bipalmatum« auch so, wie er es gesehen hat, nicht in der genannten Familie unterbringen kann, lässt er in der einleitenden Charakterisirung des Genus Entodinium die von Stein, Schuberg, Bütschli aufgestellten Hauptmerkmale weg und beschränkt sich auf Folgendes:

»Breite und einzige Ciliarkrone in der vorderen Gegend, eine geräumige (ambia) Mundöffnung umschließend, die in einen weiten Schlund führt. Voluminöser länglicher Nucleus, große, zusammenziehbare Blase: Tegument resistent; Nahrungskörper im Protoplasma.«

Übrigens bedürfen die Mittheilungen Fiorentini's auch noch an anderen Stellen einer Ergänzung. So sind ihm die Verhältnisse des Peristoms unklar geblieben. Er zeichnet einen breiten Saum, auf dem

ein Wimpernkranz sitzt. Die dazwischen liegende Öffnung soll der Mund sein. Vom Ciliophor und dem wirklichen Mund hat er nichts gesehen. Des Weiteren zeichnet er einen nach links gerichteten Schlund. Offenbar aber hat er die Peristomhöhle, d. h. also die Höhle, in welcher das retrahirte Peristom liegt, damit verwechselt. Dass das kolbenförmige Vorderende des Kerns sich lateralwärts umbiegt, habe ich niemals finden können, sondern immer nur das Gegentheil. Möglich wäre es aber immerhin, dass solche Fälle hier und da vorkommen. Die Längsleiste halte ich mit Fiorentini für die Vereinigungsstelle der beiden Platten des Teguments. Dagegen fand ich die von ihm als charakteristisch angegebene Abwechslung von hellen und dunklen Zonen an der genannten Leiste durchaus nicht immer, sondern nur ab und zu, und auch dann nicht in der von ihm beschriebenen Form, sondern die Längsleiste war in eine Anzahl kleiner, heller, von einander durch einen schmalen Zwischenraum getrennter Rechtecke zerfallen. Eine Erklärung für dieses Phänomen kann ich eben so wenig wie Fiorentini geben. Den After verlegt Fiorentini auf den Rücken, ungefähr in die Mitte der aus der Längsleiste hervorgegangenen Querleiste. Letztere hat er vollständig übersehen, während er die erstere nur bis zum rechten Caudale gehen lässt. Dass ich Exemplare gefunden habe, deren Inneres genarbtem (Chagrin-) Leder ähnelt, habe ich bereits bemerkt, eben so auch, dass dies nur selten und nur bei den allergrößten Individuen vorkommt. Fiorentini stellt es als Merkmal für die ganze Art auf. Auch nimmt er an, dass es das Tegument sei, das so aussieht. Er will außerdem bei Exemplaren, die sich in Theilung befanden, eine longitudinale Streifung bemerkt haben. Ich fand eine solche niemals. Die Maße, die der italienische Autor giebt (Länge 0,214 mm, Breite 0,99 mm), sind, wie schon weiter oben im Allgemeinen bemerkt, unrichtig. Denn, wenn ich auch zugeben will, dass es ausnahmsweise solche lange Individuen geben mag — ich selbst fand als allergrößtes nur ein solches von 0,191 mm Länge — so ist die Breite offenbar um das Zehnfache zu hoch gegriffen. Aber auch dann, wenn man diesen Fehler berichtigt, sind die gegebenen Zahlen als »Durchschnittsmaße« viel zu groß.

Blepharocorys[1] n. g.

Die Gattung Blepharocorys gründe ich auf drei Arten. Zwei derselben sind bereits bekannt, aber von ihrem ersten Erforscher in andere Gattungen gestellt worden. Die dritte wurde bis jetzt noch nicht beschrieben.

[1] *βλέφαρον* = Augenlid, Wimper, *κόρυς* = Helm.

1. Blepharocorys uncinata (Fiorent.).

Synon.: 6. bis 8. Infusorienart von COLIN;
Diplodinium uncinatum Fiorent. Fig. 7—9.

Dieses Infusor ist das am schwierigsten zu beobachtende, sowohl seines selteneren Vorkommens und seiner Kleinheit, als auch, und zwar hauptsächlich, seines etwas verwickelten Baues wegen. Bezüglich seines Vorkommens ist es an keine Jahreszeit gebunden.

Von der Seite gesehen, zeigt dieses Thier die Gestalt eines unregelmäßigen, an den Ecken stark abgerundeten Fünfecks. An einer Spitze desselben, nämlich derjenigen, welche bei der Bewegung nach vorn gerichtet ist, ragt ein pfropfenzieherartig gewundener, starrer und unbeweglicher Fortsatz (Fig. 7—9 *f*) hervor, der 2—2½ Windungen macht, an seinem vorderen Ende abgestumpft ist und rechtwinkelig zur Längsachse endet. Nach innen zu durchbricht der Fortsatz die äußere Hülle, geht, sich wurmartig krümmend, nach hinten, und endet, indem er sich immer mehr verjüngt, an der Schlundspitze.

Rücken- und Bauchfläche sind von verschiedener Form. Erstere ist konvex gewölbt, letztere mehr eben und zeigt einen tiefen, nahezu senkrechten Einschnitt, den »Querspalt« (Fig. 6—8 *sp*), an dessen hinterem Rande sich noch ein besonderer Ausschnitt für die Mundöffnung befindet.

Der Körper ist unelastisch, formbeständig, nicht kontraktil, ungefähr doppelt so lang (ohne den Fortsatz) wie breit. Seine größte Dicke zeigt er etwa im ersten, vorderen Drittel, dort, wo der Mund liegt. Von hier aus nimmt der Dickendurchmesser nach hinten langsam, nach vorn rasch an Länge ab. Die äußere Hülle des Körpers ist starr, fest, nicht nachgiebig.

Das Ektoplasma kennzeichnet sich als eine festere, stärker lichtbrechende, dünne periphere Schicht von fast homogenem Aussehen.

Das Entoplasma ist ziemlich gleichförmig. In ihm suspendirt ist außer Futtertheilchen noch eine besondere Art von Einschlüssen, wie ich sie sonst nur noch bei Paraisotricha, und auch da nur ausnahmsweise und in geringeren Quantitäten, angetroffen habe. Diese fraglichen Einschlüsse sind größere flockige Massen, die im ungefärbten Thiere nicht sichtbar sind, die aber an gefärbten Präparaten die unangenehme Eigenschaft zeigen, dass sie trotz 8—14tägiger Behandlung mit salzsaurem Alkohol ihre Farbe nicht verlieren. Es ist desshalb bei den allermeisten gefärbten Exemplaren von Blepharocorys uncinata nicht möglich, die Strukturverhältnisse und den inneren anatomischen

Bau zu erkennen. Über die Natur dieser Flocken vermag ich keine Angaben zu machen.

Die Körperoberfläche ist zum größten Theil unbewimpert; die vorkommenden Wimpern sind von verschiedener Länge und Anordnung. Vollständig bewimpert ist der vordere Theil des Infusors, die »Stirnkuppe« (Fig. 7—9 *st*), d. h. derjenige Theil, der durch den Querspalt von dem übrigen Körper getrennt ist. Hier sind auch die Wimpern, die in unregelmäßiger Anordnung über die ganze Oberfläche vertheilt stehen, am längsten. Sie sind so lang, dass sie weit über den Querspalt und die Mundöffnung hinüberhängen. Von geringer Größe und einreihig angeordnet sind diejenigen, mit denen der Saum des Querspaltes und des Mundes besetzt sind. Ihnen schließen sich jene an, welche in Spiralreihen den Schlund auskleiden.

Rings um den After steht, so weit die Körperoberfläche hier abgeplattet ist, eine dritte Art Wimpern, die etwas größer als die letztgenannten sind, aber niemals die Länge der auf der Stirnkuppe stehenden erreichen.

Die Verwendung der langen Wimpern ist eine doppelte. Einestheils haben sie die Aufgabe, die Nahrungsmittel der Mundöffnung zuzutreiben, anderntheils dienen sie als Bewegungsorgane. Da ihre Zahl nicht allzugroß ist, so ist auch die Schnelligkeit der Fortbewegung nur eine mäßige, wenn man sie mit derjenigen vergleicht, welche wir bei vielen anderen hier in Betracht kommenden Ciliaten beobachten können. Die Bewegung geht nicht gleichförmig, sondern ruckweise vor sich. Sie findet in der Regel in der Richtung der Längsachse statt, wobei die Thiere gewöhnlich auf der Seite liegen. Häufig genug beobachtet man auch eine Rotation um Längs- oder Querachse.

Der Mund (Fig. 7—9 *o*) liegt auf der Ventralseite in einem buchtartigen Einschnitt des hinteren Randes des Querspaltes. Seine Lichtweite beträgt ungefähr ein Fünftel des Querdurchmessers des Infusors. Er ist an seinem Rande, wie schon erwähnt, mit feinen, kurzen Wimpern besetzt und geht in einen trichterförmigen, mit seiner Spitze ziemlich genau im geometrischen Mittelpunkte des Thieres endigenden, gerade verlaufenden Schlund (Fig. 7—9 *s*) über, der, wie ebenfalls schon hervorgehoben, mit kurzen, spiralig geordneten Wimpern besetzt ist.

Der After (Fig. 7—9 *a*) ist deutlich wahrnehmbar. Er befindet sich, gleich der Mundöffnung, ebenfalls auf der Ventralseite, und zwar ziemlich weit nach hinten, aber immerhin nicht ganz am aboralen Ende. Er kennzeichnet sich als eine feine runde Öffnung, die inmitten einer eirunden, abgeplatteten, dicht mit Wimpern besetzten Fläche liegt.

An den After setzt sich nach innen zu eine mäßig lange, gerade verlaufende Afterröhre (Fig. 7—9 *ar*) an, die bis zu der hier liegenden, ziemlich großen kontraktilen Vacuole (Fig. 6—8 *cv*) — der einzigen dieses Ciliaten — reicht, so dass es den Anschein erweckt, als ob letztere mit ihr in Verbindung stände. Ob dies thatsächlich der Fall ist, vermag ich mit Sicherheit nicht zu sagen.

In Bezug auf seine Größe steht Blepharocorys uncinata ungefähr in der Mitte der Pferdedarminfusorien. Messungen von sechs verschiedenen Exemplaren ergaben folgende Resultate:

Exemplar	Länge[1] in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,047	0,025	0,021
b	0,036	0,018	—
c	0,049	0,026	0,020
d	0,043	0,019	—
e	0,042	—	0,017
f	0,044	0,019	—

Demnach im Mittel: Länge 0,043, Breite 0,021, Dicke 0,019 mm.

Der Makronucleus (Fig. 7—9 *man*) liegt fast in der Mitte, etwas mehr nach vorn, derart, dass sein aborales Ende nicht ganz die Schlundspitze, sein orales nicht ganz die Mundhöhe erreicht. Er zeigt die Form einer Pyramide mit abgerundeten Kanten und Ecken, deren Basis nach vorn, deren Spitze nach hinten gerichtet ist, und ist von feinkörnigem, fast homogenem Aussehen. Seine Größenverhältnisse sind folgende:

Exemplar[2]	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,013	0,010	0,008
b	0,009	0,007	—
c	0,011	0,009	—
d	0,012	0,010	—
e	0,012	—	0,009
f	0,013	—	0,009

Im Mittel beträgt demnach die größte Länge des Kernes 0,012 mm, während er 0,009 mm breit und etwa eben so dick ist.

Nebenkerne (Fig. 7 *min*) sind zwei vorhanden. Sie sind in der gewöhnlich anzutreffenden Seitenlage des Thieres schwer sichtbar, dagegen gut, wenn es auf dem Rücken liegt. Im letzteren Falle sieht

[1] Ohne Fortsatz gemessen. Mit demselben sind die Zahlen für die Länge um etwa 0,002 zu erhöhen.

[2] Die Buchstaben bezeichnen dieselben Thiere wie in der vorigen Tabelle.

man den einen an der aboralen Spitze des Makronucleus, durch einen kleinen Zwischenraum von ihm getrennt, während der andere auf der rechten Seite des Großkerns in einem halbkugelförmigen Ausschnitt desselben liegt. Beide Mikronuclei sind klein von kugeliger Gestalt und ungefähr gleicher Größe.

Die Fortpflanzung geschah, so weit ich sie zu beobachten Gelegenheit hatte, durch Theilung und zwar durch Quertheilung (Fig. 8 und 9). Sie wird eingeleitet dadurch, dass die Nebenkerne nicht mehr zu sehen sind, während eine Vergrößerung des Makronucleus zu konstatiren ist, wobei letzterer eine glocken- oder birnenförmige Gestalt (Fig. 9 *man*) annimmt. Im 2. Stadium wird der Kern langgestreckter und es tritt zwischen dem 2. und 3. Drittel des Thierkörpers eine querverlaufende Einschnürung auf (Fig. 8 und 9 *tf*).

3. Stadium. Der Kern ist noch größer und insbesondere bedeutend länger geworden. Von der Seite gesehen, hat er ein wurmförmiges Aussehen angenommen.

4. Stadium. Der Kern hat noch mehr an Länge zugenommen und reicht nunmehr fast bis zur kontraktilen Vacuole. Während er an beiden Enden von ungefähr gleicher Dicke geblieben ist, verdünnt er sich in der Mitte immer mehr (Fig. 9 *man*). Aboral von der ersten, das ganze Thier umfassenden, bildet sich auf der Ventralseite eine zweite, partielle Einschnürung (Fig. 9 sp_1): die erste Anlage des Querspalts des neu entstehenden Individuums.

5. Stadium. Aboral von der Anlage des zukünftigen neuen Querspalts ist der neue Schlund durch zwei schräg von vorn und ventral nach hinten dorsalwärts verlaufende Linien angedeutet (Fig. 9 s_1). Wimpern sind an der Theilungsfurche noch nicht aufgetreten.

Individuen, bei denen die Theilung weiter fortgeschritten war als bis hierher, habe ich leider in den anderthalb Jahren, während welcher ich mich mit den vorliegenden Untersuchungen beschäftigte, niemals aufgefunden. Ich habe dies um so mehr bedauert, als es mir sehr interessant gewesen wäre, den Zeitpunkt zu bestimmen, wann und wo die ersten Wimpern an dem neuen Individuum auftreten. Vielleicht ist es mir möglich, hierüber später noch zu berichten.

2. Blepharocorys valvata (Fiorent.).

Synon.: Entodinium valvatum Fiorent. (Fig. 10).

Dieses noch seltener als das vorige vorkommende, ihm an Länge fast gleiche, an Breite etwas nachstehende Infusor wird zu allen Jahreszeiten gefunden.

Die Gestalt des Körpers, der eben so formbeständig, starr und unelastisch ist wie bei der vorigen Form, ist länglich, im vorderen Drittel am breitesten, nach hinten dorsoventral abgeplattet und etwas zugespitzt. Die bewimperte Stirnkuppe (Fig. 10 *st*) ist nicht so massig wie bei B. uncinata. Sie erleidet nämlich auf der Ventralseite eine gewisse Veränderung in so fern, als hier der Querspalt nicht ein einfacher Einschnitt ist, sondern sich buchtartig erweitert. Da auch an der, etwa der Mundöffnung gegenüber liegenden Stelle des Rückens eine, wenn auch nur schwache, Vertiefung sich vorfindet, so erscheint die helmartige Stirnkuppe nicht nur kleiner und schlanker, sondern auch schärfer von dem übrigen Körper abgesetzt. Die eben hervorgehobene Modifikation des Querspalts ist übrigens nicht die einzige, denn sein aboraler Rand ist glatt und verläuft in gerader Richtung. Es fehlt ihm demnach der Ausschnitt, in welchem bei B. uncinata die Mundöffnung liegt.

Die äußere Hülle ist auch hier starr, fest, unelastisch und nirgends kontraktil.

Das Ektoplasma ist eine mäßig dicke, lichtbrechende Schicht von homogenem Aussehen, an der sich eben so wenig wie bei den beiden anderen Arten von Blepharocorys besondere Strukturen nachweisen lassen, womit jedoch durchaus nicht gesagt sein soll, dass solche nicht vorhanden sind.

Auch das Entoplasma weist keine Unterschiede auf. Wimpern sitzen ebenfalls nur an drei Stellen: Auf der Stirnkuppe, um den Mund, von wo sie sich in den Schlund hinein fortsetzen, und um den After. Sie sind fein, dünn und verschieden lang. Auch hier sind die Wimpern auf der helmartigen Stirnkuppe am längsten, obgleich nicht ganz so lang wie bei B. uncinata. Bedeutend kürzer sind die um den After, noch kleiner die um den Mund stehenden, am kürzesten diejenigen, welche den Schlund auskleiden. Am übrigen Körper ist eine Wimperung nicht nachweisbar.

Die Bewegung ist, da die Wimperung im Großen und Ganzen derjenigen der ersten Form entspricht, auch ungefähr dieselbe, höchstens dass sie vielleicht noch etwas langsamer ist, obwohl die Wimperung besonders in solchen Fällen, wo das Infusor durch irgend welche Hindernisse aufgehalten wird, lebhafter wird.

Der Mund (Fig. 10 *o*) zeigt bezüglich seiner Lage einen wesentlichen Unterschied gegenüber dem der vorigen Form in so fern, als er, wie schon bei Besprechung des Querspaltes hervorgehoben, nicht in einer Ausbuchtung der ventralen, aboralen Kante des letzteren liegt, sondern in die Tiefe desselben hineingerückt ist, wo er sich als ein-

fache, rundliche Öffnung darstellt. Auch hier ist, wie ebenfalls schon an anderer Stelle erwähnt, der Mundrand mit feinen, kurzen Cilien besetzt, die sich — ob spiralig angeordnet, vermochte ich nicht mit positiver Sicherheit festzustellen — in den Schlund hinein bis zur Spitze desselben fortsetzen.

Der Schlund (Fig. 10 *s*) zeigt außer dieser, noch nicht genau nachgewiesenen Abweichung noch einen weiteren Unterschied im Vergleich mit dem von B. uncinata. Während er nämlich bei dieser Species ganz gerade in schräger Richtung nach dem Mittelpunkte des Thieres zu verläuft und sich nur gegen das Ende ein klein wenig krümmt, zeigt er hier zwei Biegungen. Von der Mundöffnung ab geht er nämlich erst eine kurze Strecke fast parallel der Ventralfläche, biegt dann dorsalwärts um, und verändert, ziemlich in der Nähe der Längsachse angekommen, abermals seine Richtung, indem er von hier aus nach dem aboralen Pole zu verläuft.

Der After (Fig. 10 *a*) liegt merkwürdigerweise nicht auf der Ventral-, sondern auf der Dorsalseite, ziemlich dicht am hinteren, stumpfen Ende des Thieres. Auch hier ist die Thatsache zu konstatiren, dass sich an ihm eine bis zur kontraktilen Vacuole gehende Afterröhre (Fig. 10 *ar*) anschließt.

Diese eben erwähnte, ziemlich große kontraktile Vacuole (Fig. 10 *cv*) ist hier ebenfalls die einzige ihrer Art.

Folgende Maße bezüglich der Größe von B. valvata konnte ich konstatiren:

Exemplar	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,041	0,014	0,013
b	0,039	0,013	0,012
c	0,042	0,015	—
d	0,043	0,016	0,014
e	0,041	0,015	0,013

Die Größe ist demnach nicht so variabel zwischen den einzelnen Individuen, wie bei den anderen Arten, sondern muss als eine ziemlich konstante bezeichnet werden.

Durchschnittslänge ist nach obigen Zahlen 0,041, -Breite 0,015, -Dicke 0,013 mm.

Der Kern (Fig. 10 *man*) hat so ziemlich dieselbe Lage wie bei der vorigen Species, unterscheidet sich aber etwas der Form nach. Er ist, von der Seite gesehen, ausgeprägt nierenförmig und liegt so, dass seine konvexe Seite peripher und ventral, seine konkave medial sich befindet. Quer- und Längsachse des Makronucleus entsprechen der des

ganzen Thieres. In Bezug auf die Größe, namentlich auf die Dicke und Breite zeigt er kleinere Dimensionen wie der von B. uncinata. So fand ich folgende Zahlen:

Exemplar[1]	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,010	0,007	0,007
b	0,008	0,005	0,004
c	0,009	0,007	0,007
d	0,011	0,008	0,008
e	0,009	0,006	0,006

Mittelmaße demnach: Länge 0,009, Breite 0,007, Dicke 0,006 mm.

Der Nebenkern (Fig. 10 *min*) — ich habe stets nur einen auffinden können — liegt als kleiner, ziemlich kugeliger Körper an der Stelle, wo die Einbuchtung des Makronucleus am tiefsten ist. Die Fortpflanzung geschieht, nach den wenigen von mir in Theilung aufgefundenen Exemplaren zu schließen, ebenfalls durch Quertheilung und zeigt dieselben Erscheinungen, wie die es sind, welche ich bei der vorhergehenden Form beschrieben habe.

3. Blepharocorys jubata n. g. n. sp. (Fig. 11).

Eine Species, die anfänglich leicht mit B. valvata verwechselt werden kann, ist B. jubata. An und für sich selten vorkommend, ist sie immerhin häufiger als jene. Man findet sie in der kälteren Jahreszeit weniger oft als in der wärmeren.

Der Körper ist gleich dem der beiden anderen Blepharocorys-Arten starr, formbeständig, nicht elastisch und nicht kontraktil. Auch seine Gestalt ist in den groben Umrissen der vorigen Species so ziemlich konform. Nur zeigt sich die Dorsalfläche viel stärker gewölbt, die Ventralfläche in ihrem aboralen letzten Drittel etwas mehr konkav eingezogen, wodurch die Gestalt des Thieres etwas gekrümmt erscheint. Die Hauptunterschiede liegen in der Form der Stirnkuppe (Fig. 11 *st*), dem Vorhandensein eines besonderen ventralen Wimperzuges (Fig. 11 *w*) und der Lage des Mundes (Fig. 11 *o*). Hieran schließt sich noch Blepharocorys uncinata gegenüber das Fehlen des korkzieherartigen Fortsatzes an.

Die helmartige Stirnkuppe (Fig. 11 *st*) hat eine von den beiden anderen Species verschiedene Form und Veranlagung. Betrachten wir dieselbe von der Dorsalfläche, so finden wir auf ihr eine, etwa ein Rhomboid mit abgerundeten Ecken darstellende Fläche, die mit langen,

[1] Die Buchstaben entsprechen den oben gemessenen Individuen.

feinen Wimpern besetzt ist. Diese Fläche (Fig. 11 *pl*) liegt jedoch nicht in einer Ebene, sondern die vier Ecken liegen einerseits oval und aboral, und die beide verbindende, längere Diagonale verläuft auf der Dorsalfläche parallel mit der Längsachse, andererseits zu beiden Seiten des Thieres, und die sie verbindende kürzere, quer verlaufende Diagonale bildet einen Bogen. Das Ganze macht den Eindruck, als ob es eine auf dem Rückentheil der Stirnkuppe befestigte Platte wäre, ein Eindruck, der noch dadurch verstärkt wird, dass sie durch eine scharf kontourirte, doppelte Linie begrenzt ist. Einzig und allein diese »Rückenplatte«, wie ich dies Gebilde in der Folge nennen will, ist mit Wimpern besetzt, während die übrige Fläche der helmartigen Stirnkuppe nackt ist — eine Anordnung, welche von der bei den anderen Blepharocorysarten, wo bekanntlich die Wimpern über die ganze Oberfläche zerstreut sind, wesentlich abweicht. Am besten und schärfsten zu beobachten sind diese Verhältnisse dann, wenn das Thier auf der Seite liegt — allerdings zugleich die Lage, wo dasselbe am leichtesten mit der vorhergehenden Art zu verwechseln ist; dann nämlich, wenn die Wimpern über den Rand der Rückenplatte ventralwärts herüberhängen und ihn verdecken. Wartet man den Moment ab, wo die Wimpern dorsalwärts bewegt werden, so sieht man sehr klar und deutlich die doppelt kontourirte Kante der Rückenplatte.

Der Querspalt (Fig. 11 *sp*) ist dem von B. valvata ähnlicher wie dem von B. uncinata. Nur zeigt er den Unterschied, dass er in seiner Richtung der Querachse nicht parallel ist, sondern nur Anfangs median, dann aber aboral verläuft, und dass die Mundöffnung am Grunde seiner größten Vertiefung liegt. Der ventrale Theil der Stirnkuppe ist außerdem nicht so tief ausgebuchtet, wohl aber die Spitze derselben mehr nach dem oralen Pole zu verschoben. Durch diese Verhältnisse wird es bedingt, dass der Querspalt bedeutend weiter erscheint wie selbst bei B. valvata, und dass Mundöffnung nebst Schlund vielmehr median zu liegen kommen, Verhältnisse, die man ebenfalls am besten in der Seitenlage beobachten kann.

Dicht unterhalb des Querspaltes zieht sich ventral auf beiden Seiten in der Richtung nach dem aboralen Pole zu, etwa eine halbe Ellipse beschreibend, eine mähnenartige (daher »jubata«) Reihe halblanger Wimpern (Fig. 11 *w*), die in oraler Richtung stehen und ventralwärts etwas überhängen. Hängen die Wimpern der Rückenplatte über sie hinweg, so ist die Verwechselung mit B. valvata noch leichter. Nur die Lage des Afters (s. daselbst) giebt in diesem Falle das einzige Unterscheidungsmerkmal. Kleinere Wimpern stehen, wie bei den beiden anderen Arten, um den Mund und ziehen sich ebenfalls bis zur

Schlundspitze hin. Außerdem stehen auch bei dieser Species Wimpern um den After.

Die Bewegung ist eben so langsam und wird im Allgemeinen auf dieselbe Weise und mit denselben Hilfsmitteln ausgeführt wie bei den vorigen Arten. Dazu kommt eine viel häufigere Drehung des Thieres um seine Längsachse, eine Bewegung, die hauptsächlich durch die mähnenartige Wimpernreihe veranlasst wird.

Ekto- und Endoplasma weisen keine wesentlichen Unterschiede gegenüber den beiden anderen Arten auf. Was die Größe anbelangt, so ist B. jubata die kleinste der drei Arten. Die von mir gemessenen Exemplare zeigten folgende Verhältnisse:

Exemplar	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,034	0,012	—
b	0,039	0,013	0,011
c	0,038	0,013	0,011
d	0,034	0,011	0,010
e	0,036	0,012	—

Hieraus ergiebt sich, dass die mittlere Länge 0,036, die mittlere Breite 0,012, die mittlere Dicke 0,011 mm beträgt.

Der Mund (Fig. 11 *o*) liegt, wie schon hervorgehoben, noch mehr nach der Mittellinie des Thieres zu, am Grunde des buchtartig erweiterten Querspaltes. Der Durchmesser und die Form seiner Öffnung entsprechen den übrigen Arten.

Der Schlund (Fig. 11 *s*) zieht sich, sichelförmig gekrümmt, nach hinten und endet spitz ziemlich genau im geometrischen Mittelpunkt des Thieres. Seine Krümmung entspricht der des ganzen Individuums: konkav an der Bauchseite, konvex auf der entgegengesetzten dorsalen Seite. Die Bewimperung von Mund und Schlund habe ich schon beschrieben. Sie entspricht vollkommen der bei B. valvata.

Der After (Fig. 11 *a*) liegt wie bei B. uncinata auf der Ventralseite, also entgegengesetzt dem von B. valvata und bietet demnach unter den oben erwähnten Verhältnissen das für den Augenblick einzig brauchbare Unterscheidungsmerkmal. Auch an ihn setzt sich eine Afterröhre (Fig. 10 *ar*) in derselben Art und Weise wie bei den beiden anderen Species an. Form und Bewimperung des Afterfeldes sind genau wie bei B. uncinata.

Eine große kontraktile Vacuole (Fig. 11 *cv*) liegt an derselben Stelle wie bei den vorigen.

Eigenthümlicherweise findet sich bei B. jubata eine Kon-

krementvacuole[1] (Fig. 11 *Kv*). Dieselbe liegt jedoch nicht wie bei allen anderen, eine solche besitzenden Pferdedarminfusorien[2] in dem bei der Bewegung vorderen Theil des Körpers, sondern ziemlich weit nach hinten, im letzten Drittel, oral und dorso-lateral von der kontraktilen Vacuole.

Fassen wir an dieser Stelle die Unterschiede zusammen, die diese neu aufgestellte Art von B. valvata trennen, so bestehen dieselben in Folgendem:

Etwas geringere Größe. Körper mehr gekrümmt. Ventrale Öffnung des Querspalts weiter. Wimpern der Stirnkuppe auf scharf begrenzter Fläche. Mund mehr nach der Medianlinie des Thieres zu; ventral von ihm ein mähnenartiger Wimpernzug. Schlund sichelförmig. After ventral. Konkrementvacuole.

Der Makronucleus (Fig. 11 *man*) liegt in der Regel an derselben Stelle wie bei den beiden anderen Formen und zeigt gewöhnlich dieselbe bohnenförmige Gestalt wie der von B. valvata. Jedoch habe ich hier öfter Abweichungen gefunden, sowohl in Bezug auf die Gestalt, als auch auf die Lage. So sah ich einen Kern, der, etwa doppelt so groß wie sonst, lang ausgezogen, nach hinten übergeschlagen war und ventralwärts weit hinter der Schlundspitze lag. Ein andermal befand er sich zwar an der gewöhnlichen Stelle, war aber fast kugelig. Verschiedene Male zeigte er die gewöhnliche bohnenförmige Gestalt, lag dann aber mehr dorsalwärts.

Die Größe des (normalen) Kernes ergiebt sich aus folgenden Zahlen:

Exemplar[3]	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,009	0,006	—
b	0,010	0,006	0,008
c	0,008	0,004	—
d	0,009	0,005	0,006
e	0,009	0,006	0,007

Also im Durchschnitt: Länge 0,009, Breite 0,006, Dicke etwa 0,007 mm.

[1] Wenn ich diesen Namen, den J. Müller zuerst (1856) aufstellte, für diese Gebilde beibehalte, also von der Schuberg'schen Bezeichnung »Konkrementhaufen« absehe, so thue ich dies in Anschluss an Bütschli (Bronn's Klassen u. Ordn. Bd. III, p. 1488), welcher, da um die Körnerhaufen ein heller Hof ist, diesen nach Analogie mit ähnlichen Vorkommnissen wohl unbedenklich für eine Vacuole erklären zu dürfen glaubt. Auch Schuberg giebt zu, dass seine Konkrementhaufen in vacuolenähnlichem Raum eingeschlossen erscheinen.

[2] Auch bei den im Pansen lebenden Bütschlien ist dies der Fall.

[3] Die Buchstaben entsprechen den Individuen der vorigen Tabelle.



Der Nebenkern (Fig. 11 *min*) liegt auch hier in den normalen Fällen, d. h. also dann, wenn der Großkern bohnenförmig ist, in der dorsalen Einbuchtung des letzteren und charakterisirt sich als kleiner, kugeliger Körper.

Individuen in Theilung begriffen habe ich nur selten gesehen, so dass ich ein vollständiges Bild derselben nicht zu geben vermag. Doch scheint es, als ob sie eben so verliefe wie bei B. valvata.

4. Allgemeines.

FIORENTINI beschreibt in seiner mehrfach von mir citirten Abhandlung[1] zwei Ciliaten — Diplodinium uncinatum Fiorent. und Entodinium valvatum Fiorent. —, die mit den von mir unter den Namen Blepharocorys uncinata und B. valvata beschriebenen identisch sein dürften. Denn die Unterschiede, die auf den ersten Blick nicht unerheblich erscheinen, heben sich bei eingehender Vergleichung auf oder lassen sich auf ein Minimum zurückführen. Gleich vorausschicken will ich hier, dass Diplodinium uncinatum Fiorent. auch so, wie es der genannte Autor beschreibt und abbildet, weder in die Gattung Diplodinium, noch überhaupt in die Familie der Ophryoscolecinen zu bringen sein dürfte. Denn selbst dann, wenn »Diplodinium uncinatum«, wie FIORENTINI angiebt, durch eine zweite Wimperzone[2] (über die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins einer solchen werde ich mich weiter unten auslassen) ausgezeichnet ist, so fehlen ihm doch alle jene übrigen Eigenschaften, die ihm als einer Gattung der Ophryoscolecinen und demnach als Diplodinium zukommen. Die Gründe decken sich fast ganz mit den bei Cycloposthium bipalmatum angeführten. Denn auch hier ist ein, einen Spiralumgang beschreibender, Peristomsaum nicht vorhanden, kann also auch nicht über ein retrahirtes Peristom vor- und zurückgezogen werden. Aber auch das Peristom retrahirt sich nicht, zeigt demnach auch in seiner Gesammtheit absolut nichts von dem »sphinkterartigen«, was schon STEIN[3] sehr treffend als Charakteristicum für Entodinium (und Diplodinium, das erst SCHUBERG[4] von dieser Gattung abzweigte) hervorhob. Freilich berücksichtigt FIORENTINI die von BÜTSCHLI aufgestellte Charakteristik der Familie Ophryoscolecinae[5] gar nicht,

[1] FIORENTINI, Intorno ai protisti, etc., p. 9—11.

[2] Wodurch Diplodinium sich bekanntlich von Entodinium unterscheidet.

[3] STEIN, in Abhandlungen der k. böhm. Gesellschaft, 1858, p. 69.

[4] SCHUBERG, Die Protozoen des Wiederkäuermagens. in: Zool. Jahrbücher, III. Bd., p. 404.

[5] in BRONN's Klassen u. Ordn., Bd. III, p. 1738.

sondern giebt[1] als Kennzeichnung des Genus Diplodinium nur folgende kurze Beschreibung:

»Eigenschaften: wie Isotricha, außerdem Körper mit zwei Wimperkronen: widerstandsfähiges und lederartiges Ektoplasma, großer, rundlicher oder ovaler Kern.«

Hier ist also als einzige besondere Eigenthümlichkeit das Vorhandensein zweier Wimperkronen aufgeführt, wobei anscheinend die zweite, dorsal gelegene der »linksseitige quere Membranellenzug«[2] sein soll. Aber dieser ist meines Erachtens in Wirklichkeit gar nicht vorhanden, sondern FIORENTINI ist hier aller Wahrscheinlichkeit nach ein Irrthum unterlaufen, der, wie ich gern zugeben will, sehr leicht möglich war. Beobachtet man nämlich das Thier bei der Vorwärtsbewegung, so wird man häufig bemerken, dass die Wimpern, welche auf der Stirnkuppe stehen, sich zu Seiten des pfropfenzieherartigen Fortsatzes »scheiteln« und theils dorsal-, theils ventralwärts überhängen, ein Anblick, der ja leicht in die Versuchung führen kann, hier zwei getrennte Wimperzonen anzunehmen. Allerdings zeichnet FIORENTINI den vom Fortsatz ventral gelegenen Theil der Stirnkuppe nackt und nur Wimpern um den Mund. Allein auch das ist leicht erklärlich, da die langen Wimpern dieser Stelle bei der Vorwärtsbewegung nach hinten überhängen und erst in der Gegend des Querspaltes, bezw. des Mundes deutlich sichtbar werden. Dass außer der ventral gelegenen Mundöffnung noch eine zweite auf der Dorsalseite der Stirnkuppe gelegen sei, konnte ich trotz eifrigen Suchens nicht finden. Mit einer von FIORENTINI gezeichneten Falte, die seiner Beschreibung nach über die Vorderseite hinlaufen soll, ist ihm meines Erachtens ein weiterer Irrthum unterlaufen. Wie in der speciellen Beschreibung hervorgehoben, ist ein Querspalt vorhanden, in welchem der Mund liegt. Beobachtet man das Thier in der Seitenlage (in welcher man es fast ausschließlich zu sehen bekommt), und es dreht sich auch nur ein ganz klein wenig um seine Längsachse, so sieht man einen Kontour, der von der ventralen bis zur dorsalen Begrenzung des Infusors geht — eine Täuschung, der auch ich mich anfänglich hingegeben hatte, ohne sie mir erklären zu können, und die dadurch veranlasst wird, dass die jenseitige Kante des Querspalts durchscheint und desshalb mit der diesseitigen eine einzige Linie zu bilden scheint.

Den Mund fand ich nicht dreieckig, sondern rund. Doch erklärt sich FIORENTINI's Annahme aus dem Vorhergehenden. Auch fand ich niemals die Wimpern um denselben — eben so wenig wie auf der Stirnkuppe —

[1] pag. 9.

[2] BÜTSCHLI in BRONN's Klassen u. Ordn. des Thierr. Bd. III, p. 1738. SCHUBERG, Die Protozoen des Wiederkäuermagens. in: Zool. Jahrbücher, III. Bd., p. 404.

breit und lanzettförmig[1], sondern fadenförmig. Bezüglich der Lage des Mundes habe ich mich schon im speciellen Theile ausgelassen. Nach FIORENTINI liegt er etwa da, wo ich den Querspalt fand, und zwar so, als wenn er ein lateraler, keilförmiger Einschnitt auf einer Seite wäre. Die ventrale Lage des Mundes dürfte ein weiterer Grund sein, vorliegendes Infusor nicht zu den Diplodinien zu rechnen.

Bezüglich der Afterröhre schreibt FIORENTINI, dass sie mit der kontraktilen Vacuole in Verbindung stände. Den Beweis hierfür ist er jedoch schuldig geblieben.

Was die Übereinstimmung der Beobachtungen FIORENTINI's bezüglich seines »Entodinium valvatum« mit denen betrifft, die ich bei Blepharocorys valvata machte, so ist dieselbe hier eine größere. Allerdings zeichnet er die Stirnkuppe nackt und die Wimpern um den, nach meinen Erfahrungen zu großen, Mund, sowie die um den After viel zu breit, allein es dürfte wohl nicht zu weit gegangen sein, wenn ich bei diesen minder wichtigen Einzelheiten ebenfalls einen Irrthum des italienischen Autors annehme. Aber selbst auch dann, wenn der Irrthum auf meiner Seite sein sollte, so ist dieses Infusor doch niemals ein Entodinium, worauf es an dieser Stelle in erster Linie ankommt. Denn alle Gründe, die ich schon bei Cycloposthium bipalmatum und Blepharocorys uncinata angeführt habe, gelten hier in demselben, ja theilweise noch erhöhtem Maße. Übrigens macht hier FIORENTINI auch nicht einmal den Versuch, eine Übereinstimmung zwischen seiner »Entodinium valvatum« und der Familiendiagnose herbeizuführen.

Die Maße, die FIORENTINI giebt, sind meiner Überzeugung nach viel zu hoch. So giebt er an:

»Entodinium valvatum	Länge 0,6,	Breite 0,2 mm
Diplodinium uncinatum	- 0,9,	- 0,3 - .«

Fassen wir nach dem Gesagten die Familiencharaktere des neuaufgestellten Genus Blepharocorys zusammen, so ergeben sich dieselben wie folgt:

»Klein bis mäßig groß (bis 0,049 mm). Äußere Hülle starr und unelastisch. Körper mindestens dreimal so lang wie breit. Dorsalfläche mehr oder weniger konvex, Ventralfläche konkav gekrümmt. Kein retraktiles Peristom. Mund eine einfache kreisrunde Öffnung, ventral in einem Querspalt gelegen. Schlund trichterförmig, bewimpert. Über dem Mund eine helmartige Stirnkuppe. Wimpern nur auf dieser, um Mund und After, sowie im Schlund; der übrige Körper nackt. After am Hinterende, dorsal oder ventral, mit Afterröhre. Eine kontraktile

[1] FIORENTINI zeichnet sie eben so breit wie bei Cycloposthium bipalmatum.

Vacuole in der Aftergegend. Bewegung mäßig schnell, häufig mit Rotation um die Längsachse. Nahrung fein, aus Futterpartikeln bestehend. Parasitisch (r. als Kommensalen) im Cöcum und Colon des Pferdes.«

Paraisotricha Fiorentini.

Unter diesem Namen stellt FIORENTINI[1] eine neue Gattung auf, von der er angiebt, dass sie vom Charakter der Isotricha sei, außerdem aber dadurch sich auszeichne, dass sie mit einer pigmentirten Masse (Konkrementvacuole, d. V.), umsäumt von einer hyalinen Zone und gekrönt mit einem Büschel langer Cilien, versehen sei, lange Cilienbüschel am Peristom und fast immer eine Afteröffnung besitze. Sechs Arten hat der genannte Autor gefunden. Zwei davon, P. colpoidea und P. oblonga, sind auch mir bekannt; die übrigen vier habe ich in den drei Semestern, während welcher ich mich mit den vorliegenden Untersuchungen beschäftigte, niemals zu Gesicht bekommen, Es sind dies jene, die auch F. als selten und sehr selten bezeichnet, und auf die ich noch im allgemeinen Theil kurz zurückkommen werde. Dagegen bin ich in der Lage, eine neue Art, die ich im Sommer 1894 entdeckte, der Gattung hinzuzufügen.

1. Paraisotricha colpoidea (Fiorent.).

Synon.: 10. Infusorienart von COLIN (Fig. 12).

Häufig und zu jeder Jahreszeit vorkommend, besitzt dieses Infusor die Gestalt eines Eies, das auf einer Seite im vorderen Viertel einen nach innen zu gehenden breiten Einschnitt besitzt. FIORENTINI verglich seine Gestalt mit der von Colpoda, daher die Bezeichnung »colpoidea«.

Der Körper ist formbeständig, fest, starr und unelastisch. Der Längsschnitt hat die Form eines Ovals, der Querschnitt ist fast kreisrund. Größte Länge und Dicke fallen mit Längs- und Querachse zusammen. Der ganze Körper ist bedeckt mit feinen Wimpern, die in Reihen angeordnet stehen und alle von gleicher Länge sind. Eine Ausnahme hiervon machen jene, welche um den Mund herum stehen und auf der Ventralseite der Stirnkuppe ihren Sitz haben. Sie können die fünffache Größe der übrigen Wimpern erreichen. In Folge dessen hängen sie über die Mundöffnung und sind daher ein vorzügliches Mittel, dieser Nahrungstheilchen zuzutreiben. Die lebhafte, wogende Bewegung der Wimpern in der Adoralgegend ist sehr interessant. Sie beginnt, wenn die Wimpern über den Mund hängen, damit, dass sich bei letzteren das ihrer Basis zunächst befindliche Stück etwas hebt und

[1] Intorno, etc. p. 16.

so einen kleinen Bogen bildet. Diese Bewegung theilt sich dem peripheren Ende der Wimpern wellenförmig mit, wodurch dieselben sich nach vorn aufrichten, von wo sie dann ziemlich rasch, von Spitze bis Basis einen weiten Bogen bildend, wieder über die Mundöffnung herabfallen. Dieses Spiel wiederholt sich sehr häufig und wird nur unterbrochen, wenn das Thier sich vorwärts bewegt, in welchem Falle diese langen Wimpern platt am Körper herunterhängen, ohne sich an der Motion zu betheiligen. Allerdings schien es mir öfter, als ob das letzte »Herabfallen« vor beginnender Fortbewegung besonders kräftig wäre und so den ersten Impuls dazu gäbe, eine Annahme, die dadurch an Wahrscheinlichkeit gewinnt, als die, übrigens sehr schnelle, Vorwärtsbewegung häufig ruckweise geschieht und die adoralen Wimpern sich dann jedes Mal in den Zwischenpausen aufrichten. Freilich kommt dem gegenüber wieder vor, dass die Bewegung längere Strecken hindurch gleichmäßig verläuft. Auf jeden Fall Hauptursache der Motion sind die über den ganzen Körper vertheilten, reihenweise angeordneten kleinen Wimpern. Die Streifen verlaufen, wenn man sie vom aboralen Pol, wo sie zusammenstoßen, aus verfolgt, auf der aboralen Körperhälfte in regelmäßig meridionaler Richtung nach vorn zu, auf der Ventralseite bis zur Mundspalte, auf der dorsalen Seite bis zum oralen Pole, wo sie, ohne sich zu treffen, nach der Ventralseite umbiegen, um ebenfalls an der Mundspalte zu endigen. Ich hebe dies insbesondere desshalb hervor, weil Fiorentini meint, dass die Streifen sich an der am Vorderende befindlichen Konkrementvacuole treffen, und ich dies für einen Irrthum. halte. Denn abgesehen davon, dass es wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat, dass Konkrementvacuole und Streifung in Beziehungen stehen, sah ich immer, wenn ich die auf den Rücken liegenden Thiere beobachtete, deutlich, dass die Streifen über die Konkrementvacuole in denselben Abständen, welche sie vorher hatten, hinweggehen.

Während die langen adoralen Wimpern in ihrem ganzen Verlauf gleich dick sind, verjüngen sich die kurzen nach ihrer Spitze zu. Dies wurde mir an Querschnitten (Fig. 11 *B*) klar, die außerdem zur Konstatirung der Thatsache beitrugen, dass die Streifen kantenartige Erhöhungen sind, auf denen die Wimpern sitzen (Fig. 11 *Bw*). Es war mir interessant, hierbei feststellen zu können, dass die Pellicula (Fig. 11 *Bp*) ohne irgend welche Unterbrechung direkt in die äußere Begrenzung der Wimpern übergeht. Jede Wimper besteht demnach aus einer äußeren Hülle und einem von dieser eingeschlossenen inneren, kegelförmigen Theil, der nur als direkte Fortsetzung der (äußeren) hyalinen Schicht des Ektoplasmas angesehen werden kann.

Das Ektoplasma ist nirgends von besonderer Stärke. Daher sind

auch die Strukturverhältnisse noch schwerer zu studiren als bei Cycloposthium. Doch ist man an besonders guten Schnitten immerhin in der Lage, auch hier eine äußere (Fig. 12 *Bh*) und innere (Fig. 12 *Bhs*) hyaline Schicht, sowie zwischen beiden eine nur wenig breitere Alveolarschicht (Fig. 12 *Bal*) feststellen zu können. Nach innen wird das Ektoplasma ebenfalls durch einen Grenzsaum (Fig. 12 *Bg*) abgeschlossen.

Das Endoplasma ist blass, fein granulirt und enthält in der Regel eine Menge von verhältnismäßig großen Futterpartikeln, die durch eine schwache, aber deutlich wahrnehmbare Cirkulation in fortwährender Bewegung erhalten werden. Die Cirkulation erstreckt sich allem Anschein nach auch auf den Kern (Fig. 12 *Aman*), den man höchst selten an ein und derselben Stelle findet, sondern in der Regel bei jedem Individuum an einer anderen. Aber nicht nur die Lage, sondern auch die Form und Gestalt des Makronucleus ist sehr verschieden. So fand ich ihn länglich oval, spindel-, wurst-, walzen-, birn- und mitunter auch keilförmig. Auch ganz kugelrunde Kerne kommen vor (Fig. 12 *C*).

Bezüglich seiner Größe kann ich folgende Angaben machen:

Exemplar	Länge[1] in mm	Breite[1] in mm	Dicke[1] in mm
a	0,013	0,009	0,012
b	0,012	—	0,004
c	0,011	0,010	0,017
d	0,017	0,009	—
e	0,010	—	0,030
f	0,021	0,018	0,015

Die Durchschnittsmaße stellen sich also wie folgt:

Länge 0,014, Breite 0,012, Dicke 0,012 mm.

Nebenkerne (Fig. 12 *min*) sind gewöhnlich zwei vorhanden, doch kommt auch nicht allzu selten der Fall vor, dass nur ein einziger auffindbar ist. Die Lage des Nebenkernes im Organismus kann ich, da der Großkern die seinige wechselt, folgerichtig nicht bestimmt angeben. In den Fällen, wo ich nur einen Nebenkern konstatiren konnte, lag derselbe gewöhnlich an einem Pole des Makronucleus. Waren zwei

[1] Unter Länge, Breite, Dicke des Kernes verstehe ich jederzeit das Resultat derjenigen Messung, die in der Richtung jener Linie ausgeführt wurde, auf welcher die Länge etc. des betr. Individuums gemessen wurde. Da der Kern, wie schon hervorgehoben, hier in den verschiedensten Stellen und in allen möglichen Lagen sich vorfindet, so erklärt sich hierdurch die Thatsache der oft größeren Dicke, resp. Breite.

Kleinkerne vorhanden, so konnte eine bestimmte Regel für ihre Lage am Hauptkern nicht festgestellt werden. Nur das Eine fand ich immer: Sie lagen niemals in einem Ausschnitt des Makronucleus, wie das bei Cycloposthium u. A. der Fall ist (Fig. 12 *C*).

Der Mund (Fig. 12 *o*) befindet sich auf der Ventralseite ziemlich weit nach vorn und charakterisirt sich als ein tiefer, trichterförmiger Einschnitt — ein Mundspalt —, der derart verläuft, dass seine Konkavität ventralwärts sich befindet, während seine Spitze ziemlich genau nach dem aboralen Pol gerichtet ist. Der ganze Mundspalt ist ausgekleidet mit verhältnismäßig langen, dicht stehenden Wimpern, die jedoch nach meinen Beobachtungen nicht, wie FIORENTINI meint, lang aus demselben heraushängen.

Der After (Fig. 12 *d*) befindet sich entweder genau am aboralen Pole, oder — und das scheint mir das Häufigere zu sein — etwas mehr ventralwärts. Er stellt sich als eine mäßig große, kreisrunde Öffnung dar, die in einer grubenartigen Vertiefung der äußeren Hülle liegt.

Die schwer sichtbare Afterröhre ist sehr kurz.

Die Messungen, welche vorgenommen wurden, um die Größenverhältnisse von Paraisotricha colpoidea festzustellen, ergaben folgende Resultate:

Exemplar	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,047	0,035	—
b	0,045	0,034	0,030
c	0,040	0,032	0,036
d	0,053	0,036	—
e	0,049	—	0,046
f	0,089	0,057	0,054

Als Mittelmaße ergeben sich hieraus für die Länge 0,054, Breite 0,039, Dicke 0,041 mm, wobei jedoch zu bemerken ist, dass kleinere Individuen bedeutend häufiger vorkommen als größere. Das Exemplar *f* war außerdem das einzige, das derartig große Dimensionen zeigte. Was Breite und Dicke anbetrifft, so wechselt dieselbe bei gleichlangen Individuen hier mehr als bei den meisten anderen, an dieser Stelle in Betracht kommenden Infusorien, was meiner Ansicht nach lediglich auf die Masse der aufgenommenen Nahrungstheilchen zurückzuführen ist.

Am aboralen Pole, ziemlich dicht am After, befindet sich eine große Vacuole (Fig. 12 *v*), bezüglich derer ich mit FIORENTINI annehmen möchte, dass sie kontraktil ist; doch habe ich ein Zusammenziehen, resp. Verschwinden niemals beobachten können, ein Umstand, der

jedoch nicht allzu sehr ins Gewicht fallen dürfte, wenn man bedenkt, wie schwer es bei diesen flinken und äußerst schwer längere Zeit am Leben zu haltenden Thierchen ist, ein und dasselbe Thier lange zu beobachten. Zwei weitere, mit Bestimmtheit als solche erkannte kontraktile Vacuolen (Fig. 12 *cv*) finden sich auf der Ventralseite und liegen, das Infusor von der Bauchfläche beobachtet, in gleichen Abständen zu beiden Seiten des Mundspaltes. An beiden ist deutlich ein nach außen gehender Porus zu konstatiren. Möglich, sogar wahrscheinlich ist es, dass auch noch an anderen Stellen derartige Vacuolen vorkommen; wenigstens glaube ich, mehrmals solche gesehen zu haben. Doch vermag ich dies nicht mit positiver Sicherheit zu behaupten.

Eine Konkrementvacuole (Fig. 12 *Kv*) findet man jederzeit am vorderen Pole. Auch sie besteht aus einem Körnerhaufen von gelblichbrauner Farbe, umgeben von einem hellen, hyalinen Hof. Öfter habe ich hier bei platzenden Individuen gesehen, dass diese Vacuole ihren Inhalt entleerte. Bei diesem Vorgang war es dann auch möglich, die Körnchen einzeln und unverletzt zu beobachten. Dieselben stellten sich dar als kleine, braune Körperchen von regelmäßig biskuitartiger Form (Fig. 12 *D*).

Interessant ist bei P. colpoidea das öftere Vorkommen einer zweiten Konkrementvacuole, die dann dicht neben der ersten, dorsal von ihr, auftritt. Dieselbe erreichte jedoch in den von mir beobachteten Fällen niemals die Größe der ersten. Auch ist ihr Inhalt viel geringer und besteht oft nur aus einigen wenigen Körnchen.

Eine Theilung konnte ich, trotzdem dieses Infusor keineswegs selten vorkommt, leider niemals beobachten.

2. Paraisotricha oblonga Fiorent.

Synon.: 12. (u. 13.?) Infusorienart von Colin (Fig. 13).

Bezüglich dieses Ciliaten pflichte ich Fiorentini bei, wenn er sagt, dass er sehr selten sei. Denn ich fand ihn im Ganzen nur in drei Exemplaren — zwei im Sommer 1893, eines im darauf folgenden.

In seiner Gestalt stimmt er an seinem oralen Ende mit P. colpoidea ziemlich überein; nur am Pole erscheint er etwas abgeflachter. Dagegen ist die aborale hintere Hälfte wesentlich anders und zeigt Verhältnisse, welche sehr an die des Hinterendes von Bütschlia neglecta erinnern. Bei beiden hat nämlich der Querschnitt die Gestalt eines Kreuzes, dessen centrale Ecken abgerundet sind. Die vier »Balken« des Kreuzes sind nicht von gleicher Form und Länge, sondern es sind die dorso-ventralen lang, schmal und spitz endend, die beiden

anderen kurz, dick und an den Enden abgerundet (Fig. 12 *A*). Dem entsprechend ist der aborale Theil des Körpers von P. oblonga dorsoventral in zwei dünne, aber breite Platten ausgezogen, während er in der Mitte dick und nach beiden Seiten ausgewulstet erscheint.

Ekto- und Endoplasma zeigen dieselben Verhältnisse wie bei P. colpoidea. Nur erscheint das letztere in dem dicken Mitteltheile viel dichter als in den Dorsoventralplatten, was als einfache, optische Erscheinung aufzufassen sein dürfte. Bemerken will ich hierbei noch, dass Einschlüsse nur im Mitteltheile vorkommen.

Wimperung und Streifung unterscheiden sich nirgends wesentlich von denen der ersten Species. Nur die langen Wimpern auf der Ventralseite der Stirnkuppe sind etwas kürzer.

Der Mund (Fig. 13 *o*) liegt an derselben Stelle wie bei der vorigen Form, zeigt aber einige Unterschiede. Während er dort ein tiefer Einschnitt ist, der in das Innere führt, ohne dass sich ein besonderer Schlund differenzirt, ist er hier eine einfache, ventral gelegene Öffnung, an die sich dann der scharf gesonderte Schlund (Fig. 13 *s*) anschließt. Dieser ist trichterförmig, verläuft von der ventralen Seite in gerader Richtung aboral und dorsal bis ungefähr zur Längsachse, woselbst er spitz endet.

Der After (Fig. 13 *a*) liegt am aboralen Pole, innerhalb einer konkaven Ausbuchtung des mittleren, dicken Theiles.

Die große kontraktile (?) Vacuole (Fig. 13 *cv*) liegt, den veränderten Körperverhältnissen entsprechend, weiter nach vorn, dort, wo der centrale, dicke Theil sich oralwärts zu verbreitern beginnt.

Eine Konkrementvacuole (Fig. 13 *Kv*) ist vorhanden und hat ihre Lage an derselben Stelle wie bei der vorigen Art. Kleinere pulsirende Vacuolen, wie ich sie bei P. colpoidea fand und beschrieb, scheinen ebenfalls vorhanden zu sein, doch wage ich nicht, in Anbetracht des wenigen Materials, das mir zur Verfügung stand, mich bestimmt über diesen Punkt auszulassen.

Die Bewegung ist eine äußerst rasche und findet nach allen Richtungen hin statt. Insbesondere drehen die Thiere sich sehr häufig und mit großer Vehemenz um ihre Längsachse.

Der Kern (Fig. 13 *man*) lag bei den von mir beobachteten Exemplaren dorsalwärts von der Schlundspitze, zwischen dieser und der großen Vacuole. Er war langgestreckt, spindelförmig, grobkörnig, an beiden Enden sich etwas verjüngend. Dorsal von ihm lag ein kleiner, kugeliger Nebenkern (Fig. 12 *min*). Messungen konnte ich nur einmal vornehmen; sie ergaben:

Körper:	Länge	0,054	mm
	Breite	0,035	»
	Dicke	0,031	»
Kern:	Länge	0,016	»
	Breite	0,004	»
	Dicke	0,004	»

Nach Fiorentini Länge des Körpers 0,12, Breite 0,6 (!) mm.

3. Paraisotricha truncata n. sp. (Fig. 14).

Während Fiorentini, wie schon erwähnt, unter Genus Paraisotricha außer den beiden eben beschriebenen vier weitere Arten anführt und kurz beschreibt, ist es mir gelungen, noch eine bisher unbekannte Species aufzufinden, die ich, wenn auch in den einzelnen Fällen nicht sehr zahlreich, doch immerhin häufig genug angetroffen habe.

Der Gestalt nach ähnelt diese Art in ihrem oralen Theile sehr den beiden anderen Formen. Nur ist die dorsale Wölbung nicht gleichmäßig konvex, sondern geht ungefähr an der Stelle, welche der Mundöffnung gegenüber liegt, in eine flache, konkave Vertiefung über, wodurch der Theil, welcher durch die dorsale Fläche des Mundspaltes einerseits, durch die Rückenfläche des Thieres andererseits begrenzt wird, ein schlankeres Aussehen erhält. Die orale Ventralfläche entspricht im Großen und Ganzen der von P. colpoidea. Den Hauptunterschied, durch welchen die Aufstellung dieser Form als einer neuen Species bedingt wird, weist die aborale Hälfte des Infusors auf. Dieselbe ist nämlich nicht wie bei P. colpoidea eiförmig zugespitzt, sondern nahezu cylinderförmig, mit schwacher dorso-ventraler Wölbung, und am aboralen Ende schräg abgestumpft (daher »truncata«). Die aborale Begrenzung des Körpers ist demnach eine eirunde Fläche, die von vorn und der Ventralseite schräg nach hinten und dorsal verläuft, konkav gewölbt und von den Längsseiten durch eine scharfe Kante getrennt ist.

Der Körper ist auch hier formbeständig, unelastisch und vollständig bewimpert. Die Wimpern sind mäßig lang, stehen in Reihen, die, vom After ausgehend, in meridionaler Anordnung über den Körper bis zur Mundspalte verlaufen und sich bis in diese hinein fortsetzen. Die Wimpern der Ventralfläche der Stirnkuppe erreichen, wenn sie auch länger sind wie die des übrigen Körpers, niemals die bedeutende Länge, wie diejenigen, welche wir bei P. colpoidea finden, ja, sie sind sogar noch etwas kürzer wie bei P. oblonga.

Die Bewegung ähnelt in Folge der fast fortwährenden Achsen-

drehung mehr der von P. oblonga. Sie ist mäßig rasch, die Vorwärtsbewegung sogar relativ langsam zu nennen.

Hinsichtlich der Größe unterscheidet sich P. truncata wenig von den vorigen Formen, nur scheint dieselbe eine konstantere, sich in engeren Grenzen bewegende zu sein wie bei P. colpoidea. Vorgenommene Messungen ergaben:

Exemplar	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,055	0,030	0,031
b	0,059	0,032	0,034
c	0,054	0,029	—
d	0,061	—	0,035
e	0,053	0,032	0,034

Demnach können wir folgende Durchschnittsmaße annehmen: Länge 0,057, Breite 0,031, Dicke 0,032 mm.

Das Ektoplasma ist überall, mit Ausnahme des vorderen Poles, wo es eine etwas dickere Schicht bildet, überall von gleicher Stärke. Seiner Struktur nach entspricht es dem von P. colpoidea.

Das Endoplasma ist fein granulirt und mit einer Unmenge der hier in Betracht kommenden Einschlüsse durchsetzt. Letztere sind zum Theil von recht beträchtlicher Größe.

Die Mundspalte (Fig. 14 *o*) zeigt große Ähnlichkeit mit der von P. colpoidea. Nur ist dieselbe, das Thier von der Seite betrachtet, nicht so ausgeprägt sichelförmig, sondern verläuft, nachdem sie sich nach dem aboralen Pole umgebogen hat, nahezu gerade und parallel der Längsachse.

Der Makronucleus (Fig. 14 *man*) liegt jederzeit an derselben Stelle: ziemlich in der Mitte des Thieres, ventralwärts von der Mundspalte, derart, dass eine der Querachse des Infusors parallel gedachte, die Spitze des Mundspaltes berührende horizontale Ebene ihn in zwei gleiche Hälften theilen würde. Der Form nach ist er langgestreckt, von bohnen- oder nierenförmiger Gestalt, mit ventraler, konkaver Vertiefung. Seine Größe betrug:

Exemplar [1]	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,017	0,009	0,008
b	0,019	0,010	0,009
c	0,017	0,008	—
d	0,019	—	0,009
e	0,019	0,010	0,008

[1] Die Buchstaben entsprechen den in der vorigen Tabelle gemessenen Individuen.

Als Durchschnittsmaße ergeben sich hieraus: Länge 0,018, Breite 0,009, Dicke 0,008—0,009 mm.

Einen Nebenkern vermochte ich nicht aufzufinden.

Eine kontraktile Vacuole (Fig. 14 *cv*) befindet sich ziemlich weit nach hinten und ist dorsal gelegen.

Die Konkrementvacuole (Fig. 14 *Kv*) liegt an derselben Stelle wie bei den beiden anderen Paraisotricha-Arten.

Teilung oder Konjugation wurden nicht beobachtet.

4. Allgemeines.

Wie bereits in den einleitenden Worten zu dieser Gattung bemerkt, hebt FIORENTINI hervor, dass Paraisotricha vom »Charakter der Isotricha« sei. Isotricha ist 1859 von STEIN[1] entdeckt und später von KENT[2], dann in neuerer Zeit von SCHUBERG[3] eingehend erforscht worden. Letzterer stellt die Diagnose dieser Gattung folgendermaßen:

»Körper etwa umgekehrt eiförmig, dorso-ventral etwas komprimirt; Dermatoplasma dick und aus drei Schichten bestehend; Oberfläche dicht mit langen Cilien besetzt und längsgestreift, so zwar, dass die Streifen längs einer vom Mund zum »Hinterende« ziehenden Linie zusammenstoßen; eigenthümliche »Afterspalte«; Schlund lang, am Vorderende, oder nahe bei diesem gelegen, mit feiner Spiralstreifung; mehrere kontraktile Vacuolen in der vorderen Körperregion; Nucleus mit angelagertem Nucleolus in einer Art Kapsel eingeschlossen, die durch die »Kernstiele« mit dem Dermatoplasma verbunden ist.«

Hieraus geht hervor, dass die charakteristischen Hauptmerkmale darin bestehen, dass 1) die Streifen in einer vom Munde zum »Hinterende« ziehenden Linie zusammenstoßen, 2) dass eine Art Kernkapsel, sowie »Kernstiele« vorhanden sind. Beides aber ist bei Paraisotricha — auch bei den von mir nicht gefundenen Formen — nicht vorhanden. FIORENTINI macht auch nur in einem Falle den Versuch, etwas Derartiges nachzuweisen. Denn nur bei P. colpoidea giebt er an, dass die Streifen nicht am Munde, sondern an der Konkrementvacuole zusammenstoßen. Wie ich schon weiter oben ausgeführt habe, dürfte das ein Irrthum sein. Aber selbst dann, wenn es sich so verhielte, wäre damit eine nahe Verwandtschaft mit Isotricha keineswegs erwiesen. Denn abgesehen von dem Fehlen der anderen Hauptmerkmale, glaube ich, dass gerade auf die Verlagerung des Mundes Gewicht

[1] Lotos, p. 57—58, Prag 1859.

[2] KENT, in: A Manual of the Infusoria, Vol. II, p. 652—654.

[3] SCHUBERG, Die Protozoen des Wiederkäuermagens, in: Zool. Jahrbücher, Bd. III. 1888, p. 377—405.

gelegt werden muss, diese aber nur dann angenommen werden kann, wenn die Streifen in einer bis zum Munde gehenden Linie, nicht aber in einem von ihm entfernt liegenden Punkte, wie nach FIORENTINI an der Konkrementvacuole, zusammenstoßen. Viel eher kann meiner Meinung nach an eine Verwandtschaft zwischen Paraisotricha und Blepharocorys gedacht werden. Denn auch abgesehen von der Ähnlichkeit der äußeren Gestalt sprechen die Lage des Mundes, sowie die Form und die Bewimperung der Stirnkuppe für eine solche.

Erwähnen muss ich noch, dass nach FIORENTINI die Streifung bei P. colpoidea und oblonga schraubenförmig verläuft. Ich habe das niemals gefunden. Auch bezüglich der Wimpern selbst ergaben meine Untersuchungen wesentlich andere Resultate. So habe ich schon weiter oben hervorgehoben, dass ich die Wimpern des Mundspaltes von P. colpoidea immer kürzer als die auf der Stirnkuppe und niemals aus ihr heraushängend fand. Ferner: Nach FIORENTINI sprossen bei P. colpoidea und oblonga über den Konkrementvacuolen lange Wimpern, welche in anderer Anordnung stehen wie die übrigen; ich aber konnte feststellen, dass die Wimpern an der Ventralseite des Vorderendes lediglich länger sind, sonst aber in denselben Reihen stehen wie die anderen.

Was die lichtbrechenden Körperchen, die FIORENTINI fand, und die er für Sporen hält, anbelangt, so habe ich dieselben nie entdecken können. Möglich, dass eine Verwechselung mit den kleinen pulsirenden Vacuolen vorliegt.

Während die drei hier beschriebenen Arten in ihren Hauptcharakteren große Übereinstimmung zeigen, so dass man sie, ohne auf Widerspruch zu stoßen, als zusammengehörig betrachten kann, zeigen die übrigen von FIORENTINI beschriebenen vier Paraisotrichen derartige Abweichungen, dass es mir unklar geblieben ist, worauf FIORENTINI ihre Zugehörigkeit zu den drei (zwei) anderen begründet, zumal er auch nirgends etwas anführt, was Anlass dazu geben könnte, sie in diese Gattung zu stellen. Am meisten Anspruch hierauf hat noch seine P. incisa. Allein es ist mehr als wahrscheinlich, dass FIORENTINI eine verstümmelte P. colpoidea, bei welcher der ventrale Theil der Stirnkuppe abgebrochen war, gesehen hat. Denn diese angeblich nur selten vorkommende P. incisa hat auf ihrer Ventralseite, zwischen Mund und oralem Pol, kein Ektoplasma! Da dies ein sehr merkwürdiges Vorkommnis wäre, und der übrige Körper genau dem von P. colpoidea entspricht, so darf man wohl, ohne zu weit zu gehen, annehmen, dass die ektoplasmalose Stelle die Bruchstelle ist.

Von P. triangularis und P. ampulla Fiorent. kann ich mit Bestimmtheit behaupten, dass sie mir niemals zu Gesicht gekommen sind. Da-

gegen glaube ich im Anfang meiner Untersuchungen, zu einer Zeit, wo ich die italienische Arbeit noch nicht kannte, eine Form gesehen zu haben, die mit P. ovalis, der wohl auch die 11. Form Colin's entspricht, identisch sein dürfte. Da ich mich damals gerade mit der Untersuchung anderer Arten beschäftigte, so untersuchte ich diese nicht eingehend, zumal ich hoffte, sie später noch öfter anzutreffen. Leider verwirklichte sich diese Hoffnung nicht, und so unterlasse ich es, eine Beschreibung von P. incisa zu geben.

Da die von Fiorentini aufgestellte Gattungscharakteristik eben so wenig präcise und erschöpfend ist wie die anderer Arten, ferner, da die Formen P. ovalis, triangularis und ampulla kaum hierher gehören dürften, so möchte ich die Diagnose der Gattung Paraisotricha folgendermaßen fassen:

»Klein bis mäßig groß (bis 0,081 mm). Gestalt länglich, ganz oder theilweise eiförmig. Körper starr, fest, nicht elastisch und nicht kontraktil, etwa doppelt so lang wie breit. Vorderende abgerundet, Hinterende verschieden gestaltet. Mund im vorderen Drittel, auf der Ventralseite. After am oralen Pol. Vollständig bewimpert. Meridionale Streifung. Wimpern auf der Ventralfläche der Stirnkuppe länger als die übrigen. Cirkulation des Inhalts. Kern lang gestreckt, gewöhnlich in der Nähe der Spitze des Schlundes (oder der Mundspalte) gelegen. Große Vacuole am Hinterende, Konkrementvacuole am Vorderende. Bewegung schnell, mit Rotation um die Längsachse. Nahrung fein, aus Futterpartikeln bestehend.«

Didesmis Fiorentini.

Mit dem Namen »Didesmis« bezeichnet Fiorentini eine von ihm ebenfalls neu aufgestellte Gattung, von der er folgende Charakteristik giebt:

»Ein Peristom mit einem breiten Pharynx, zwei Büschel feiner und sehr langer Cilien, von denen der eine das Peristom, der andere die Afteröffnung umgiebt. Protoplasma grüngelblich und sehr körnig, die pigmentirten Massen (Kalkkonkremente Schuberg's) sind größer und deutlicher.«

»Kern dick, dicke zusammenziehbare Blase. Wir haben dieses neue Genus gegründet, weil, wie ähnlich auch seine allgemeinen Charaktere mit Bütschlia sind, doch Vieles anders ist.«

Ich gebe im Nachstehenden auch meinerseits eine Beschreibung der hierher gehörenden Arten. Es geschieht dies auf Grund eigener Beobachtungen, welche bereits angestellt waren, ehe ich die Arbeit des

italienischen Autors kannte, also unabhängig von ihr. Auch bedarf diese einer Ergänzung, bezw. Richtigstellung.

1. Didesmis quadrata Fiorentini (Fig. 15).

Diese Art fand ich ziemlich häufig und ohne dass ich ihr Vorkommen in Beziehung zu einer Jahreszeit hätte bringen können.

Ihre Gestalt entspricht in ihrer Grundform einem Rechteck mit abgestumpften Ecken, das an seiner oralen Schmalseite in einen kurzen, wenig schmäleren Halstheil, an seiner aboralen dagegen in einen mehr zugespitzten Hügel übergeht.

Der Körper ist anderthalbmal so lang wie breit, formbeständig, nicht kontraktil, unelastisch, dorsoventral etwas abgeplattet. Ein hervorragendes Merkmal findet sich sowohl auf der Dorsalfläche in Gestalt einer ziemlich breiten Rinne (Fig. 15 *r*), als auch auf der Ventralfläche als scharfe Kante (Fig. 15 *k*). Beide verlaufen in der Mitte der betreffenden Fläche parallel zur Längsachse, beginnen an der Mundöffnung und enden vor dem Afterhügel. Die Dorsalrinne ist stark lichtbrechend, hell, glänzend und zeichnet sich, wenigstens bei großen Individuen, durch eine feine Querstreifung aus.

Das Ektoplasma ist homogen, frei von Einschlüssen und nicht gleichmäßig dick, sondern an den Polen bedeutend stärker.

Das Endoplasma ist fein granulirt, gelbgrünlich bis gelbröthlich, mit feinen Futtertheilchen durchsetzt und in schwacher Cirkulation. Auch hier finden sich, wie bei der folgenden Art, jene feinen Flocken, welche wir, wenn auch in größerer Masse, schon bei den Blepharocorys-Arten bemerkt haben.

Die Größe von Didesmis quadrata ist sehr variabel. Die vorgenommenen Messungen hatten folgendes Ergebnis:

Exemplar	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,048	0,029	0,017
b	0,059	0,040	—
c	0,075	0,050	0,038
d	0,064	0,042	0,028
e	0,061	0,041	0,028

Es resultirt hieraus 0,061 mm als mittlere Länge, 0,042 mm als mittlere Breite, während die Dicke durchschnittlich 0,028 mm beträgt.

Bezüglich der Bewimperung ist zu bemerken, dass das Thier an den beiden Polen bewimpert, am übrigen Körper aber nackt ist. Die vorhandenen Wimpern sind ziemlich lang, fein, fadenförmig, stehen

regellos und ziemlich dicht bis zur Grenze der polaren Ektoplasmaschicht. Die Richtung der adoralen Wimpern fällt in der Regel mit der Längsachse zusammen, während die um den After wellenförmig nach beiden Seiten aus einander gehen, eine Anordnung, welche in Folge ihrer Symmetrie einen ganz besonders schönen Anblick gewährt.

Die Bewegung findet gewöhnlich in der Richtung der Längsachse, und zwar eben so oft rück- wie vorwärts statt. Ist die unter dem Deckglas befindliche Flüssigkeitsschicht dick genug, so bemerkt man auch häufig eine Drehung der Thiere um ihre Längsachse. Die Motion wird ausgeführt vornehmlich durch die am aboralen Ende befindlichen Wimpern, während den adoralen hierfür nur eine sekundäre Bedeutung beizumessen ist. Diese stehen besonders im Dienste der Nahrungsaufnahme, welche dadurch geschieht, dass diese Wimpern durch eine nach dem Lumen des Mundes zu ausgeführte Bewegung ihm Futterpartikel zutreiben.

Der Mund (Fig. 15 *o*) ist (am besten) als ein das ganze Vorderende einnehmender Krater zu bezeichnen. Er ist demnach im Verhältnis zu dem Infusor von ganz ungewöhnlicher Größe. Sein Saum charakterisirt sich als ein Oval, das an der einen Längskurve in eine periphere Spitze (der Längskante entsprechend) ausgezogen ist, während an der dieser gegenüberliegenden Stelle ein halbkreisförmiger Ausschnitt sich erkennen lässt, welcher der Rinne auf der Dorsalfläche entspricht. Rand und Umgebung des Mundes sind mit den schon beschriebenen Wimpern besetzt.

An den Mund schließt sich ein mulden- oder schüsselförmiger Schlund (Fig. 15 *s*) an, welcher, der Größe der Mundöffnung entsprechend, sehr weit ist, aber nicht tiefer als bis zur Grenze des allerdings hier sehr breiten Ektoplasmas in das Innere hineinragt. Er ist nicht mit Wimpern ausgekleidet und nur bei großen Individuen deutlich sichtbar.

Der Kern (Fig. 15 *man*) liegt für gewöhnlich genau in der Mitte des Thieres, und zwar in der Richtung der Längsachse. Doch habe ich ihn auch öfter ziemlich weit nach hinten und querliegend gefunden. Im letzteren Falle war er keilförmig, während er sonst langgestreckt walzen- oder spindelförmig und ungleichmäßig dick ist. Er ist grobkörnig und intensiv tingirbar.

Bezüglich der Größe des Makronucleus kann ich folgende Angaben machen:

Exem-plar[1]	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,015	0,005	0,005
b	0,022	0,006	—
c	0,025	0,009	0,008
d	0,023	0,007	—
e	0,019	0,006	0,005

Als Durchschnittsmaße wären demnach anzunehmen: Länge 0,021 mm, Breite 0,007 mm, Dicke etwa 0,006 mm.

Einen Nebenkern (Fig. 15 *min*) konnte ich nicht immer mit Bestimmtheit erkennen. Wenn ich ihn vorfand, so lag er an einer Längsseite des Makronucleus in einem Ausschnitte desselben. An der Schmalseite desselben befand er sich, wenn der Kern die oben erwähnte keilförmige Gestalt hatte.

Pulsirende Vacuolen (Fig. 15 *cv*) sind zwei vorhanden. Die eine liegt ziemlich gleich weit von den beiden Polen entfernt, median von der Längskante; die andere ziemlich weit nach hinten, peripher vom Kern, rechts von der Längsrinne, wenn das Thier auf der Bauchseite liegt. Diagonal dieser zweiten kontraktilen Vacuole gegenüber befindet sich eine

Konkrementvacuole (Fig. 15 *kv*), die bei den einzelnen Thieren verschieden groß ist.

Der After (Fig. 15 *a*) befindet sich am hinteren Pol, der Mundöffnung gegenüber, am aboralen Ende der Medianlinie. Er ist jederzeit deutlich als kleine runde Öffnung zu erkennen und geht in eine, bei großen Exemplaren etwa 0,005 mm lange Afterröhre über.

Fortpflanzung fand in den zur Beobachtung gekommenen Fällen ausschließlich als Quertheilung statt. Diese beginnt in der Regel damit, dass der Kern an Größe, insbesondere an Länge zunimmt, während der Nucleolus aufhört, sichtbar zu sein. Doch sah ich auch Individuen, bei denen der Nucleus weniger an Länge als an Dicke zugenommen hatte. In diesem Falle war dann eine quer um den Kern gehende Furche zu erkennen. Leider ist es bei der Schwierigkeit, die Thiere längere Zeit am Leben zu erhalten, nicht möglich gewesen, die Entwicklung dieses Zustandes zu verfolgen. In allen anderen Fällen wurde der Kern, nachdem die Einschnürung am Thierkörper aufgetreten war, langgezogen und in der Mitte immer dünner, bis zuletzt jede Verbindung zwischen den beiden Kernhälften aufgehoben war. Im Gegensatz zu den Blepharocorys-Arten bemerkt man in der Querfurche sehr bald das Auftreten neuer Wimpern.

[1] Die Buchstaben entsprechen den in der vorigen Tabelle gemessenen Individuen.

2. Didesmis ovalis Fiorentini (Fig. 16).

Diese Art ist eben so wenig wie die vorige bezüglich ihres Vorkommens an eine Jahreszeit gebunden, wird aber viel häufiger angetroffen. Wenn auch ihre Größe keine konstante ist, sondern ebenfalls sehr wechselt, so ist sie doch im Allgemeinen viel kleiner als Didesmis quadrata. Als Hauptunterscheidungsmerkmal dürfte aber meines Erachtens nicht die Größe, auch nicht die Gestalt, sondern in erster Linie das Fehlen der Längsrinne, resp. der Längskante zu bezeichnen sein. Denn in ihren äußeren Umrissen ist diese Species der vorigen sehr ähnlich, da sie, so weit meine Beobachtungen reichen, eben so oft rechteckig wie mehr oder weniger oval angetroffen wird. Desshalb kann Letzteres nicht als prägnantes Merkmal gelten. Außerdem kommen Übergänge von der rechtwinkeligen zur ovalen Form so häufig und in den verschiedensten Variationen vor, dass ich oft unschlüssig war, ob das betreffende Individuum als »oval« oder als »rechteckig« zu bezeichnen sei.

Der Gestalt nach sind sich also D. quadrata und D. ovalis sehr ähnlich. Auch zeigt der Körper bei beiden Arten dieselben physikalischen Eigenschaften. In Betreff der Größe von D. ovalis fand ich Folgendes:

Exemplar	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,023	0,020	0,019
b	0,029	0,021	0,020
c	0,044	0,034	—
d	0,031	0,023	0,022
e	0,036	0,029	0,027

Da hiernach im Mittel die Länge 0,033, die Breite 0,025, die Dicke etwa 0,022 mm beträgt, so erhellt hieraus, dass diese Species im Gegensatz zu der vorigen relativ breiter ist und dass die dorso-ventrale Abplattung nicht so bedeutend wie bei jener ausgeprägt ist.

Über äußere Begrenzung, Ekto- und Endoplasma ist nichts Neues zu sagen. Auch die Verhältnisse des Mundes, des Afters und des Schlundes sind die gleichen wie bei D. quadrata.

Eben so wenig unterscheidet sich die Bewegung. Nur scheint es, als ob die Schnelligkeit ihrer Ausführung bei der kleineren Species eine größere sei, was aber auf Täuschung beruhen kann, da die nur dünne Flüssigkeitsschicht unter dem Deckglas der letzteren mehr Aktionsfreiheit gewährt wie jener.

Der **Makronucleus** (Fig. 16 *man*) liegt etwas lateral von der Längsachse des Thieres, ist lang gestreckt, spindelförmig, am oralen und aboralen Ende zugespitzt und etwa doppelt so lang wie breit. Er ist grobkörnig und gut färbbar.

Die für ihn gefundenen Maße waren folgende:

Exemplar[1]	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,005	0,003	0,003
b	0,007	0,004	0,003
c	0,009	0,004	—
d	0,007	0,003	0,003
e	0,008	0,004	0,004

Als Durchschnittsmaße können demnach gelten: Länge 0,007, Breite 0,004, Dicke 0,003 mm.

Der **Nucleolus** (Fig. 16 *min*) — ich habe nie mehr wie einen finden können — liegt zur Seite des Makronucleus, medial von ihm, etwa am Ende des vorderen ersten Drittels derselben, ist kugelig und sehr klein.

Pulsirende Vacuolen (Fig. 16 *cv*) sind auch hier zwei vorhanden, welche dieselbe Lage haben wie bei D. quadrata. Eben so wenig fehlt eine

Konkrementvacuole (Fig. 16 *kv*) an der betreffenden Stelle[2].

Auch bezüglich der **Fortpflanzung**, resp. **Theilung**, herrscht Übereinstimmung zwischen beiden Arten.

3. Allgemeines.

Wenn man zwischen den Ergebnissen der Untersuchungen Fiorentini's und den meinigen Vergleiche zieht, so wird man finden, dass dieselben sich zwar in vielen Punkten decken, an verschiedenen und nicht immer unwesentlichen Stellen aber beträchtlich von einander abweichen.

[1] Die Buchstaben entsprechen denen der oben gemessenen Individuen.

[2] Fiorentini versucht bei Beschreibung der Konkrementvacuole von D. ovalis (Fig. 15 *c*) Schuberg zu widerlegen, indem er sagt, dass diese Gebilde gar keine Kalkkonkremente seien, da man bei Behandlung mit Acid. nitr. kein Aufbrausen bemerken könne, und nennt sie desshalb »pigmentirte Masse«. Allein mit diesen Ausführungen wendet er sich gegen etwas, was Schuberg nirgends gesagt hat. Denn dieser Autor spricht nur von »Konkrementhaufen«, das sind nach ihm »stark lichtbrechende, krystallähnliche, glänzende Konkretionen, die sich stets an derselben Stelle des Körpers, in der Nähe des Vorderendes vorfinden und meist in einen vacuolenähnlichen Raum eingeschlossen erscheinen«. Von Kalk ist also nichts erwähnt.

So habe ich den, wenn auch in der Beschreibung nicht erwähnten, so doch von FIORENTINI gezeichneten, breiten, wulstigen Mundsaum niemals gefunden, sondern die Begrenzung des Mundes immer als eine einfache Kante gesehen. Der Schlund verjüngt sich nach FIORENTINI nach hinten zu ziemlich stark, um dann in der Nucleargegend ohne sichtbare Grenze im Endoplasma zu endigen, während ich denselben in Form einer am Grunde breiten Schüssel und deutlich nach hinten zu begrenzt fand. Auch reicht derselbe nach meinen Beobachtungen niemals so tief in das Innere, sondern endet, wie oben ausgeführt, an der Grenze zwischen Ekto- und Endoplasma. Eine Afterröhre hat FIORENTINI nicht gefunden. Eben so ist ihm die in der Kerngegend liegende kontraktile Vacuole entgangen. Speciell in Bezug auf D. ovalis muss ich bemerken, dass die Benennung »ovalis« als eine wenig glückliche zu bezeichnen ist. Denn wie ich schon im speciellen Theil hervorhob, ist diese Art eben so oft rechtwinkelig wie oval und sind die Übergänge zwischen diesen beiden Eigenschaften zahllos. Aber auch bei D. quadrata findet man Übergänge zur ovalen Form, wenn auch nicht in dem Maße, wie bei der kleineren Species. Hierzu kommt noch, dass Längskante und -rinne je nach der Größe des Thieres mehr oder weniger ausgebildet, ja, bei den kleineren Individuen oft nur angedeutet sind, so dass wir auch bezüglich dieser Merkmale Übergangsformen haben. Ich kann daher an dieser Stelle den Verdacht nicht unterdrücken, es möchten D. quadrata und D. ovalis nur eine einzige Art sein, die in der Jugend oval ist, dann rechteckig wird und bei welcher im späteren Alter eine Längskante und -rinne sich differenzirt. Auch die Thatsache, dass D. quadrata viel seltener ist, dürfte ein weiterer, wenn auch schwacher Beweis für diese Vermuthung sein. Denn auch hier wie überall wird es der Fall sein, dass nur eine beschränkte Anzahl von Individuen ein höheres Lebensalter erreicht.

Bei D. quadrata konstatirt FIORENTINI eine hyaline Zone, die den ganzen Körper in der Richtung von Rinne und Kante meridional umzieht. Ich kann dies nicht bestätigen, sondern habe nur gefunden, dass die Längsrinne stärker lichtbrechend ist. Dagegen hat FIORENTINI die Querstreifung besagter Rinne nicht bemerkt.

Die von FIORENTINI gegebenen Maße zeigen auch hier keine Übereinstimmung mit dem Resultate meiner vielfach vorgenommenen Messungen, sondern sind viel höher. FIORENTINI giebt für beide Arten an: Länge 0,6, Breite 0,4 mm.

Die Gattungsdiagnose dürfte nach Obigem folgendermaßen zu stellen sein:

»Klein bis mäßig groß (bis 0,075 mm). Schwach gelblichgrün bis

röthlichgrün gefärbt. Starr, mit mäßig dicker, nicht kontraktiler, unelastischer Pellicula. Ektoplasma an den Polen verstärkt. Gestalt oval bis rechteckig. Querschnitt oval. Körper dorso-ventral abgeplattet, etwa anderthalbmal so lang wie breit. Vorderende abgestumpft, Hinterende sich verjüngend. Mund das ganze Vorderende einnehmend, eine einfache, verhältnismäßig große, kraterförmige Öffnung, in einen weiten, kurzen Schlund übergehend. After terminal, mit Afterröhre. Wimpern lang, nur an beiden Polen; der übrige Körper nackt. Mit oder ohne Längsrinne- und -kante. Kern gewöhnlich langgestreckt und in der Mitte liegend. Ein Nebenkern. Zwei kontraktile, eine Konkrementvacuole. Bewegung schnell, mit Rotation um die Längsachse. Nahrung fein, aus Futterpartikeln und Bakterien (?) bestehend. Parasitisch (kommensal) im Cöcum und Colon des Pferdes.«

Bütschlia Schuberg.

Die Gattung Bütschlia wurde von Schuberg[1] im Jahre 1887 für zwei von ihm im Rumen der Wiederkäuer entdeckte Arten — B. parva und B. neglecta — aufgestellt. Die Gattung charakterisirt sich nach ihm hauptsächlich dadurch, dass die beiden von ihm unterschiedenen Arten »in verschiedenen Punkten, vor Allem in der Bewimperung, von allen anderen bekannten Infusorien wesentlich abweichen und außerdem andere gemeinsame, sonst nicht vorkommende Merkmale, zu denen er in erster Reihe den eigenthümlichen ,Konkrementhaufen' rechnen möchte, haben«.

Dass das Vorkommen von »Konkrementhaufen« nicht mehr in erster Reihe die Gattung bestimmen kann, dürfte, nachdem ich solche auch bei anderen, mit Bütschlia kaum mehr verwandten, im Pferdedarm lebender Ciliaten nachgewiesen habe, eines weiteren Beweises nicht bedürfen, wenn ich auch damit durchaus nicht leugnen will, dass es immerhin ein wichtiges Merkmal ist. Wichtiger erscheint es mir, auf die Bewimperung, sowie vornehmlich auf die von Schuberg bei B. parva beschriebene, am Vorderende befindliche, besonders breite Protoplasmazone Gewicht zu legen.

Bütschlia postciliata n. sp. (Fig. 17).

Als einzige Species, die zu einer der im Rumen der Wiederkäuer vorkommenden Ciliatengattungen gehören dürfte, fand ich im Pferdedarm ein Infusor, das sich von Bütschlia parva Schuberg hauptsächlich dadurch unterscheidet, dass es nicht nur am oralen, sondern auch am

[1] Schuberg, Die Protozoen des Wiederkäuermagens. in: Zool. Jahrb. Bd. III. p. 371—376.

aboralen Ende bewimpert ist (daher postciliata), im Übrigen aber mit der genannten Art große Übereinstimmung zeigt. Sein Vorkommen ist selten und man findet es immer nur in einzelnen Exemplaren. Ich sah es nur im Sommer. Doch will ich damit nicht ausschließen, dass ich es in der kälteren Jahreszeit übersehen habe.

Die Gestalt von B. postciliata weicht wenig von B. parva ab: letztere ist oval, erstere tonnenförmig und oral wie aboral gleichmäßig abgestumpft. Auch ist der Körper im Verhältnis zu seiner Länge etwas schmäler. Die äußere Begrenzung ist doppelt kontourirt.

Das Ektoplasma zeichnet sich durch seine Homogeneität, seine größere Dichtigkeit und durch den Mangel an Einschlüssen dem Endoplasma gegenüber aus. An beiden Polen ist es unverhältnismäßig breit und in gerader Linie scharf gegen das darunterliegende Endoplasma abgegrenzt. Letzteres ist blass, schwach granulirt und enthält eine Menge stark lichtbrechender Körperchen und feiner Futtertheilchen. Der mittlere Theil des Körpers ist unbewimpert. Die vorhandenen Wimpern sind nicht ganz doppelt so lang wie bei B. parva, bedecken die beiden polaren Ektoplasmazonen bis zu ihrer medianen Grenze, stehen ebenfalls unregelmäßig vertheilt und bewegen sich ziemlich gleichmäßig.

Die Bewegung des Infusors ist eine mäßig schnelle und geht fast nur in der Richtung der Längsachse vor sich.

Die Mundöffnung (Fig. 17 *o*) befindet sich, wie bei den beiden anderen Arten, in der Mitte des Vorderendes, bildet eine schwache, muldenartige Vertiefung und geht ebenfalls in einen engen, kurzen

Schlund (Fig. 17 *s*) über, welcher aber nur bis zur medianen Grenze der Ektoplasmaschicht reicht.

Eine besondere Afteröffnung war nicht auffindbar; eben so fehlen pulsirende und Nahrungsvacuolen. Dagegen findet sich eine Konkrementvacuole (Fig. 17 *kv*), und zwar an derselben Stelle wie bei den beiden anderen Bütschlien, also lateral- und oralwärts vom Kern, dicht an der Grenze von Ekto- und Endoplasma.

Der Nucleus (Fig. 17 *man*) ist bedeutend kleiner wie bei B. parva und neglecta. Er ist länglich, blass und sehr fein gekörnt. Dass er sich weniger stark färbt wie bei anderen Infusorienarten, habe ich nicht bemerken können. Er liegt in der Regel nicht ganz in der Mitte, sondern etwas mehr nach der Konkrementvacuole zu. Seine Größe beträgt: Länge 0,005—0,006, Breite 0,003—0,004, Dicke 0,003 mm.

Beginnende Theilung hatte ich in einem einzigen Falle Gelegenheit zu beobachten. Sie unterschied sich durch nichts von der den meisten Ciliaten eigenthümlichen. Eine quer verlaufende Einschnürung umzog den Körper in der Mitte. Der Kern war länger, im

mittleren Theil dünner, biskuitartig geworden. An der Seite zeigten sich in der Querfurche einige Wimpern. Von einer Neuanlage der Konkrementvacuole war jedoch noch nichts zu bemerken.

Die vorgenommenen Messungen des Körpers ergaben:

Exemplar	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,032	0,021	0,017
b	0,036	0,023	0,018
c	0,045	0,025	0,020
d	0,056	0,028	0,023
e	0,057	0,028	0,024

Durchschnittlich beträgt demnach die Länge 0,045, die Breite 0,025, die Dicke 0,020 mm.

Blepharoprosthium[1] n. g.

Blepharoprosthium pireum n. g. n. sp. (Fig. 18).

Eine bisher noch nicht beschriebene Form fand ich zwar selten, dann aber immer in großer Anzahl.

Ihre Gestalt ist birnenförmig (daher pireum), der orale Theil sich nach dem Munde zu allmählich verjüngend, der aborale bedeutend verdickt.

Der Körper ist formbeständig, weich, nachgiebig, elastisch, sein oraler Theil kontraktil und nach allen Seiten hin beweglich. Die Kontraktilität erstreckt sich, vom Munde aus gerechnet, auf etwa zwei Fünftel der gesammten Körperlänge. Ist die Kontraktion sehr stark, so bildet sich zwischen dem kontraktilen und dem nicht zusammenziehbaren Theile eine tiefe, rings um den Körper verlaufende Furche (Fig. 18 *B*, *rf*). Bei konservirten Exemplaren, die fast ausnahmslos kontrahirt gefunden werden, zeigt sich dagegen nur auf der Ventralseite eine Vertiefung.

So weit der vordere Theil des Körpers kontraktil ist, ist er dicht mit mäßig langen, unregelmäßig stehenden Wimpern besetzt, die nach vorn zu etwas an Länge zunehmen, so dass sie um den Mund herum am längsten sind, ohne jedoch eine adorale Wimperzone zu bilden. Der hintere Theil des Körpers ist nackt. Ausgenommen hiervon ist die Partie um den After, um welchen herum auf einer Fläche von circa 0,009 mm Durchmesser ein Büschel Wimpern von derselben Beschaffenheit wie auf der oralen Körperhälfte stehen. Die Bewegung der Wimpern ist eine sehr lebhafte.

[1] *βλέφαρον* = Wimper, *πρόσθιος* = vorn.

Die äußere Begrenzung (Hülle) bildet eine feine, einfach kontourirte, sehr weiche, zarte und biegsame hyaline Schicht. die anscheinend um den Mund etwas verdickt ist.

Das Ektoplasma ist eine verhältnismäßig sehr breite, an den beiden Polen ihre größte Stärke erreichende, stark lichtbrechende periphere Schicht, die frei von Einschlüssen ist.

Das Endoplasma ist weich und dicht granulirt von kleinen runden Plasmakörperchen. Eine Menge Futtertheilchen der verschiedensten Art und von mäßiger Größe sind von ihm eingeschlossen.

Die Größenverhältnisse von Blepharoprosthium pireum sind folgende:

Exemplar	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,052	0,025	0,022
b	0,055	0,039	0,034
c	0,049	0,020	0,018
d	0,076	0,048	0,045
e	0,109	0,065	0,061

Aus diesen Zahlen ergiebt sich, dass der Größenunterschied zwischen den einzelnen Individuen ein sehr bedeutender ist, so bedeutend, wie bei keiner anderen hier in Betracht kommenden Infusorienart. Allerdings, das will ich nicht unerwähnt lassen, kommen Exemplare, wie das unter *e* gemessene, nur sehr selten vor. Die Durchschnittsmaße, die nach obigen Zahlen für die Länge 0,068, die Breite 0,039, die Dicke 0,036 mm betragen, dürften demnach in Wirklichkeit etwas niedriger anzusetzen sein.

Der Mund (Fig. 18 *o*) befindet sich an dem bei der Bewegung nach vorn gerichteten Ende. Er ist eine einfache, kreisrunde bis schwach ovale Öffnung und bildet die vordere Begrenzung des abgestumpften Kegels, welchen der kontraktile Theil des Körpers, der »Halstheil«, bildet.

Der After (Fig. 18 *a*) liegt am aboralen Ende der Längsachse des Körpers. Er stellt sich als kleine Öffnung in einer muldenartigen Vertiefung dar. Eine Afterröhre ist nicht vorhanden.

Der Kern (Fig. 18 *man*) liegt für gewöhnlich etwas peripher im dicksten Theile des Körpers, also ziemlich weit nach hinten, aboral von dem zusammenziehbaren Halstheil. Doch habe ich ihn auch des öftern an anderen Stellen des Körpers gefunden, was wohl mit der hier regelmäßig zu beobachtenden Plasmaströmung zusammenhängt. Er ist schon bei lebenden Thieren deutlich zu sehen, fein gekörnt, gut färbbar, nicht ganz doppelt so lang wie breit, dagegen verhältnismäßig dick.

Seiner Gestalt nach ist er scheibenförmig, doch kommen auch sehr unregelmäßig gestaltete Kerne vor.

Der Makronucleus zeigte folgende Größenverhältnisse:

Exemplar[1]	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,010	0,007	0,008
b	0,016	0,009	0,014
c	0,010	0,007	0,009
d	0,024	0,011	0,017
e	0,032	0,012	0,022

Durchschnittlich beträgt demnach die Länge 0,018, die Breite 0,009, die Dicke 0,015 mm, doch gilt auch hier das in Betreff der Körpermaße Gesagte.

Nebenkerne (Fig. 18 *min*). Es sind zwei vorhanden, von denen der eine dem vorderen Ende des Makronucleus anliegt, während der andere etwas entfernt von diesem in einer Vertiefung seiner medialen Seite sich befindet. Bei dem zweiterwähnten Mikronucleus ist am oralen und aboralen Pole eine stärkere, spitz zulaufende Anhäufung von feinkörnigem Endoplasma wahrzunehmen. Beide Nebenkerne sind von kugeliger Gestalt und geringer Größe.

Im letzten aboralen Drittel des Körpers findet man regelmäßig eine große, durchschnittlich etwa 0,02 mm im Durchmesser haltende pulsirende Vacuole (Fig. 18 *cv*). Im Halstheil, nicht allzu weit von der Mundöffnung liegt eine Konkrementvacuole (Fig. 18 *kv*), welche sich in nichts von den bei anderen Arten schon beschriebenen unterscheidet.

Bewegung. Dadurch, dass der Halstheil dieses Ciliaten nicht nur sich nach allen Richtungen hin — bis zu einem Winkel von ca. 60° zur Körperachse — bewegen, sondern auch zusammenziehen und wieder ausstrecken lässt, ferner dadurch, dass der Körper sehr weich, elastisch und nachgiebig ist, wodurch die Thiere im Stande sind, sich auch durch sehr enge Zwischenräume mit großer Leichtigkeit hindurchzudrängen, um sofort ihre gewöhnliche Gestalt wieder anzunehmen, wird die Bewegung, die außerdem noch mit großer Schnelligkeit vor sich geht, zu einer äußerst gewandten und graciösen. Dieselbe findet nur in der Richtung der über den Mund hinaus verlängert gedachten Medianlinie, unter fast fortwährender Rotation um die Längsachse statt.

Die Nahrungsaufnahme erfolgt einmal dadurch, dass die Thiere bei der Bewegung auf brauchbare Futterpartikel stoßen, wodurch letz-

[1] Die Buchstaben entsprechen den oben gemessenen Individuen.



tere ohne Weiteres in den Mund gelangen, andererseits dadurch, dass die Wimpern sie demselben zutreiben.

Wie schon erwähnt, findet eine regelmäßige Cirkulation des Endoplasmas nebst seinen Einschlüssen statt. Die ziemlich starke Strömung geht hierbei — das Thier in einer Lage gedacht, in welcher der Kern links von der Medianebene zu liegen kommt — von vorn rechts nach hinten, wendet sich hier nach der linken Seite und von da wieder nach vorn. Dass sie Ursache der vorkommenden Lageveränderung des Kerns ist, darf wohl angenommen werden. Doch muss letztere sehr langsam vor sich gehen, da sie in der allerdings nur kurzen Zeit, während welcher man die Thiere am Leben zu erhalten vermag, nicht nachgewiesen werden kann.

Die Fortpflanzung entzog sich der Beobachtung. Individuen in Theilung oder Konjugation kamen mir nicht zu Gesicht.

Blepharosphaera[1] n. g.

Blepharosphaera intestinalis n. g. n. sp. (Fig. 19).

Dieses, zu den einfachsten Formen der im Pferdedarm vorkommenden Infusorien zählende Thier habe ich nur zweimal, und zwar beide Male im Sommer 1893 gefunden.

Es hat die Gestalt einer Kugel, welcher am oralen Pole ein Segment fehlt. Der Körper ist formbeständig, weich und nachgiebig, sehr elastisch, nicht kontraktil. Er giebt, wenn sich die Thierchen zwischen den zahllosen Futterpartikeln durchdrängen, leicht nach, doch nimmt er nach überwundenem Hindernis sofort wieder seine frühere Gestalt an. Der Körper ist auf seiner Oberfläche gleichmäßig bedeckt mit dicht stehenden feinen Wimpern, die in einzeiligen Reihen angeordnet sind. Diese Streifen verlaufen vom aboralen Pole aus in regelmäßig meridionaler Anordnung bis zum Munde, dicht neben einander, einen Zwischenraum von höchstens 0,0025 mm zwischen sich lassend. Ob die Streifen Furchen oder Erhöhungen sind, vermag ich nicht zu entscheiden, da mir Schnitte von den beiden Exemplaren, die mir zu Gebote standen, nicht gelangen.

Das Ektoplasma ist eine stärker lichtbrechende, nicht allzu dicke Schicht von überall gleichem Durchmesser.

Das Endoplasma ist fein granulirt und sehr weich. In ihm ist eine große Menge Futtertheilchen eingebettet, jedoch nicht überall gleichmäßig viel, sondern letztere sammeln sich in der aboralen Körperhälfte und sind von oft ganz beträchtlicher Größe. Das Endoplasma der oralen Körperhälfte erscheint dadurch viel heller und klarer.

[1] βλέφαρον = Wimper, σφαῖρα = Kugel.

Der **Mund** (Fig. 19 *o*) ist kreisförmig. Er führt, ohne sich in einen Schlund fortzusetzen, direkt in das Innere. Um den Mund herum, auf dem Rande desselben, steht eine Reihe Cilien, welche sich von denen des übrigen Körpers wesentlich unterscheiden. Denn sie zeichnen sich einerseits durch etwa dreifache Länge, andererseits auch dadurch aus, dass sie minder beweglich, anscheinend dicker, ziemlich starr und an ihrem peripheren Ende schwach gegen das Lumen des Mundes zu gebogen sind.

Einen **After** habe ich nicht konstatiren können, das Austreten von Exkrementen nicht bemerkt.

Der **Kern** (Fig. 19 *man*) liegt lateral der Längsachse dicht unter dem Ektoplasma und reicht mit seinem oralen Ende fast bis an die genannte Achse. Er stellt eine ovale Scheibe vor, deren Größenverhältnisse bei beiden Exemplaren folgende waren:

Exemplar	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,025	0,016	0,004
b	0,031	0,020	0,005

Wie aus diesen Zahlen hervorgeht, ist der Kern etwa anderthalbmal so lang wie breit; dagegen beträgt seine Dicke nur ein Viertel seiner Länge.

Einen **Nebenkern** aufzufinden war mir nicht möglich.

Zwischen Kern und aboralem Pole, auf derselben Seite der Medianebene und von ihr theilweise geschnitten, liegt eine außergewöhnlich große **kontraktile Vacuole** (Fig. 19 *cv*). Auf der anderen Seite der Mittelachse, etwas weiter nach vorn, eine nicht ganz halb so große **Konkrementvacuole** (Fig. 19 *kv*), die sich nach Form und Inhalt durch nichts von den bereits anderweitig beschriebenen unterscheidet.

Die **Größenverhältnisse** von Blepharosphaera intestinalis ergeben sich aus folgenden Zahlen:

Exemplar	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,082	0,084	0,084
b	0,110	0,115	0,116

Da Exemplar *b* bedeutend mehr mit Futtermassen angefüllt war wie *a*, so erklärt sich hieraus wohl die relativ größere Dicke.

Die **Bewegung** dieses Infusors ist eine rollende und findet so-

wohl um jede beliebige Eigenachse als auch nach jeder Richtung hin statt.

Konjugation oder Theilung wurden nicht beobachtet.

Blepharocodon[1] n. g.

Blepharocodon appendiculatus n. g. n. sp. (Fig. 20).

Als Vertreter der peritrichen Ciliaten lebt im Pferdeblinddarm ein Infusor, das ich häufig, aber niemals in größerer Menge, sondern immer nur vereinzelt, vorfand. An eine bestimmte Jahreszeit war sein Vorkommen nicht gebunden.

Seine Gestalt ist glockenförmig; das orale Ende breit, das aborale sich verjüngend und am Pole abgerundet. Der »Glockenrand« zeigt (Fig. 20 *ap*) an einer Stelle eine zungenförmige Hervorragung (daher »appendiculatus«). Rings um den Körper, etwa in der Mitte, läuft eine schwache Einbuchtung, die von verschiedener Tiefe ist, so dass die Gestalt etwas unsymmetrisch sich darstellt.

Der Körper ist starr, unelastisch und nicht kontraktil, nur am oralen Ende bewimpert, auf dem Durchschnitt kreisrund bis schwach oval. Seine äußere Begrenzung ist einfach kontourirt.

In Betreff seiner Größe gehört B. appendiculatus zu den kleinsten hierher gehörigen Ciliaten. Nur eine einzige Art, die jedoch so selten vorkommt, dass ich meine diesbezüglichen Beobachtungen nicht abschließen konnte und in Folge dessen vorläufig Abstand nehmen musste, dieselben zu veröffentlichen, ist noch kleiner. Die gefundenen Maße waren folgende:

Exemplar	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,037	0,012	0,011
b	0,035	0,011	0,010
c	0,032	0,009	0,009
d	0,036	0,012	0,011
e	0,035	0,010	0,010

Es ergiebt sich hieraus: durchschnittliche Länge 0,035, Breite 0,011, Dicke 0,010 mm.

Das Ektoplasma kennzeichnet sich als eine dünne, periphere Schicht von fast homogenem Aussehen, die sich vom Endoplasma durch ihr stärkeres Lichtbrechungsvermögen deutlich absetzt.

Das Endoplasma ist dicht granulirt von kleinen, runden, glänzenden Plasmakörperchen und enthält, wie alle Darminfusorien, eine

[1] βλέφαρον = Wimper, κώδων = Glocke.

Menge Einschlüsse, die aber hier eine gewisse Größe nicht überschreiten.

Die Mundöffnung (Fig. 20 *o*) befindet sich am breiten Ende und wird durch eine einfache, das ganze Vorderende einnehmende Höhlung gebildet, der sich keinerlei Gebilde anschließt, das als Schlund bezeichnet werden könnte. Rings um den Mund, auf dem Rande desselben, steht eine einfache Reihe mäßig langer Wimpern, welche sich in lebhafter Bewegung befinden, zart, dünn und von mäßiger Länge sind.

Ein After konnte nicht festgestellt werden. Eben so wenig Vacuolen irgend welcher Art.

Der Kern (Fig. 20 *man*) liegt ziemlich weit nach vorn, noch vor der queren Einbuchtung, unterhalb und seitlich von dem am Mundrande befindlichen Fortsatze. Er ist eiförmig, grob granulirt, gut tingirbar und besitzt folgende Dimensionen:

Exemplar[1]	Länge in mm	Breite in mm	Dicke in mm
a	0,009	0,004	0,003
b	0,008	0,003	—
c	0,007	0,003	0,003
d	0,009	0,004	—
e	0,008	0,003	0,003

Die durchschnittliche Länge beträgt demnach: 0,008, die Breite 0,003, die Dicke 0,003 mm.

Nebenkerne waren nicht auffindbar.

Die Bewegung ist sehr langsam. Sie geht unter fortwährender Achsendrehung und stoßweise vor sich.

Die Nahrung unterscheidet sich nur durch die Feinheit ihrer einzelnen Bestandtheile von der, welche die übrigen Wimperinfusorien des Blinddarmes aufnehmen.

Blepharocodon appendiculatus ist das gegen Temperaturunterschiede am wenigsten empfindliche Darminfusor und desshalb am längsten von allen am Leben zu erhalten.

Konjugation oder Theilung wurden nicht beobachtet.

Außer diesen ciliaten Infusorien leben im Blinddarm des Pferdes auch noch Flagellaten (ich habe sechs verschiedene Arten gesehen), die mit Ausnahme einer Form, die Colin[2] unter Nr. 9 abbildet, noch nir-

[1] Die Buchstaben entsprechen den oben gemessenen Individuen.

[2] Colin, Traité de physiologie comparée des animaux. Paris 1871. p. 836.

gends erwähnt sind. Ich sehe von einer ausführlichen Beschreibung derselben ab, da sie außerhalb des Rahmens, den ich mir gesteckt habe, liegt, behalte mir jedoch vor, später an anderer Stelle darauf zurückzukommen.

Infektion.

Auf welche Weise die Infusorien in den Darm der Pferde gelangen, ist mir trotz mancher dahin zielender Versuche unklar geblieben. Doch glaube ich, dass dieselben kaum in ihrem ausgebildeten Zustande durch den Mund in das Innere ihrer Wirthe gelangen. Denn niemals konnte ich an Futterpartikeln, die ich aus dem Maule der Pferde nahm, Infusorien finden. Wenn Colin und Schuberg bei den Wiederkäuern entgegengesetzte Beobachtungen machten, so dürfte die Ursache darin zu suchen sein, dass bei diesen Thieren die Protozoen im Pansen sich befinden, und der Inhalt dieser Magenabtheilung bei der Rumination wieder in die Mundhöhle zurückbefördert wird. Die Anwesenheit von Mageninfusorien daselbst kann demnach nur als eine sekundäre aufgefasst werden. Außerdem verdient hierbei noch Folgendes Erwähnung:

Es finden sich, wie alle älteren Autoren übereinstimmend berichten, und wie ich mich selbst überzeugt habe, niemals lebende Protozoen im Abomasus der Wiederkäuer, sondern sie sind, wenn sie vorkommen, todt und größtentheils mehr oder weniger verdaut. Da nun die rechte Magenhälfte des Pferdes dem Labmagen der Wiederkäuer bezüglich seiner Funktion entspricht, so ist anzunehmen, dass ausgebildete Infusorien, falls sie in demselben Zustande, in welchem sie im Darme leben, durch den Mund eingeführt würden, verdaut wären, ehe sie nur in den Darmkanal gelangen könnten. Auch im hinteren Theile des Pferdedickdarmes, von da ab, wo die alkalische, bezw. neutrale Reaktion des Darminhaltes in eine saure überzugehen beginnt, finden sich niemals lebende Infusorien, sondern nur todte, die allmählich aufgelöst werden, wobei sich die Pellicula und die Konkrementkörperchen am widerstandsfähigsten zeigen.

Nun ist es eine auffallende Thatsache, dass Infusorien in solch ungeheurer Anzahl und von so verschiedenen Formen nur bei Pflanzenfressern vorkommen. Allerdings findet man auch bei Omnivoren einige wenige Arten, aber auch nur in ganz geringer Anzahl. Bei reinen Fleischfressern sind bis jetzt überhaupt keine nachgewiesen. Nur der Hund macht eine Ausnahme, indem nach Colin u. A. zwei Arten in seinem Magen vorkommen sollen. Aber auch er ist nicht reiner Carnivore, sondern seine Nahrung besteht ebenfalls sehr oft zum Theil aus

Vegetabilien. Es ist daher mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass die Träger der Infektionsstoffe Nahrungsmittel sind, welche dem Pflanzenreiche entstammen. Diese Annahme wird noch verstärkt durch den Umstand, dass bei Saugkälbern (säugende Fohlen standen mir aus naheliegenden Gründen nicht zur Verfügung), die also eigentlich als Fleischfresser anzusehen sind, niemals Protozoen zu finden waren.

Um nun festzustellen, auf welche Weise und durch welche Nahrungsmittel Pferde inficirt werden, habe ich verschiedene Versuche gemacht. Das nächstliegendste Objekt zu diesen war das Heu, als das häufigste und gewöhnlichste, fast nie fehlende Nahrungsmittel unserer pflanzenfressenden Hausthiere. Auch hatten schon frühere Forscher mit diesem günstige Erfolge erzielt. Zu denselben gehört in erster Linie Coste[1], der auf die einfachste Weise zu positiven Resultaten gelangt sein will. Er übergoss Heu mit Wasser und ließ es stehen. In diesem Aufguss will er nach einiger Zeit Wimperinfusorien gefunden haben, gleich denen des Schafmagens, auf Grund welcher Thatsache er der Ansicht ist, dass sie mit dem Heu (Moos, Blättern) hineingekommen seien. Auch stellt er die Behauptung auf, dass, wenn man ein Infus, in welchem man während 10—20 Tagen kein Infusor hat nachweisen können, mit einigen Darminfusorien impft, diese sich hier ungeheuer vermehren. Milne Edwards[2] kommt zu denselben Resultaten. Aber ihn wie Coste widerlegt Pouchet[3] noch in demselben Bande der Compt. Rendus. Dieser Forscher ist bei seinen Versuchen bedeutend korrekter und einwurfsfreier vorgegangen als die beiden erstgenannten Autoren. Denn er versuchte, sein Infus, bestehend aus 10 g Heu und 250 ccm Wasser, durch eine Glasglocke, die er darüber stellte und deren Rand in Wasser stand, gegen äußere Einflüsse abzuschließen. In Folge dessen fand er wohl hier und da nach 6—10 Stunden einige seltene Infusorien, aber in den allermeisten Fällen waren seine Nachforschungen erfolglos, immer aber dann, wenn der Aufguss länger als die angegebene Zeit stand.

In neuerer Zeit will dann Certes[4], welcher die Infektion der Rehe

[1] Coste, Développement des Infusoires ciliés dans une macération de foin. in: Compt. Rendus des séances de l'Académie des Sciences, Tome LIX, Paris 1864, p. 149—155.

[2] Milne Edwards, Remarques à l'occasion de la précédente communication, ebenda, p. 155.

[3] Pouchet, Embryogenie des Infusoires ciliés. Résponse aux observations de M. Coste, ebenda, p. 276.

[4] Certes, Notes sur les Micro-Organismes de la Panse des Ruminantes. in: Journal de Micrographie, Tome XIII, Vol. 9, Paris 1889, p. 277—279.

studirte, in seinen Aufgüssen Organismen wiedergefunden haben, die denen des Pansens der Rehe identisch gewesen seien. Doch versäumt er, anzugeben, wie er zu diesen Resultaten gekommen ist.

Geleitet von der Ansicht, dass es unbedingt nöthig sei, den Aufguss, so weit wie irgend möglich, vor aller und jeder Berührung mit anderen eventuellen Infektionsträgern zu isoliren, suchte ich die Methode POUCHET's in so fern zu vervollkommnen, als ich die Glasglocke, welche den Aufguss bedeckte, nicht in Wasser, sondern in 0,1 %ige Sublimatlösung mit ihren Rand setzte, sowie dadurch, dass ich genannte Glocke auf ihrer Innenfläche mit Löschpapier, das mit derselben Lösung getränkt war, belegte. Die Aufgüsse stellte ich folgendermaßen her:

A. Heu unter Zusatz von:
1) destillirtem Wasser,
2) Flusswasser,
3) Leitungswasser,
4) Leitungswasser und Pferdespeichel,
5) Leitungswasser, Pferdespeichel und filtrirtem Magensaft,
6) Leitungswasser, Pferdespeichel, filtrirtem Magensaft und filtrirter Darmflüssigkeit.

B. Heu mit denselben Zusätzen; in diese Infuse wurden dann lebende Blinddarminfusorien gebracht.

Das Resultat war ein völlig negatives. Weder war es mir möglich, bei den Versuchen unter A Infusorien irgend einer Art zu finden, noch konnte ich in den geimpften Aufgüssen eine Vermehrung der hineingesetzten Ciliaten beobachten. Dieselben waren hier auch nicht länger am Leben zu erhalten, als in der ursprünglichen Darmflüssigkeit. Nach 12 Stunden lebte auch nicht ein einziges Exemplar mehr, trotz peinlichst genau regulirter Temperatur.

Aber auch abgesehen von der Erfolglosigkeit dieser Versuche, und trotzdem ich bei Kälbern, die, eben entwöhnt, nur Heu zu sich genommen hatten, bereits die für den Wiederkäuermagen charakteristischen Infusorien im Pansen fand, halte ich die Frage, ob das Heu der Träger der Infektion sei, noch für eine offene. Denn wenn ich auch nicht verkenne, dass das Heu und mit ihm die eventuell an ihm haftenden Dauerformen der in Frage stehenden Infusorien einen ganz anderen Weg zurückzulegen haben, bevor sie bei Pferden an ihren Bestimmungsort kommen, als bei Wiederkäuern, in so fern, als sie verschiedene Flüssigkeiten, in erster Linie den sauern Magensaft, passiren müssen, welche auf ihre Entwicklungsfähigkeit Einfluss haben könnten, so ist es doch sehr auffallend, dass, obwohl Pferde doch min-

destens eben so häufig wie Wiederkäuer mit Heu gefüttert werden, niemals bei ihnen sich Infusorien finden, die mit denen des Pansens identisch sind. Es giebt daher nur zwei Möglichkeiten:

A. Das Heu ist nicht der Infektionsträger.

Für diese Annahme spricht außer dem oben erwähnten Umstand auch noch die Thatsache, dass bei den Rennthieren des hiesigen Zoologischen Gartens, die fast ausschließlich mit Moos gefüttert werden, sich ebenfalls dieselben Infusorien wie bei den übrigen Wiederkäuern finden[1];

gegen dieselbe, dass bei Kälbern, die noch kein anderes vegetabilisches Nahrungsmittel als Heu zu sich genommen hatten, sich die in Frage stehenden Infusorien bereits vorfanden; oder

B. das Heu ist der Infektionsträger.

Für diesen Fall muss man annehmen, dass die Dauerformen der Infusorien des Pansens sich gegenüber dem sauren Magensaft des Pferdes weniger widerstandsfähig zeigen als die des Blinddarmes, während umgekehrt letztere im Pansen nicht die nöthigen Lebensbedingungen finden und daher vor ihrer endgültigen Entwicklung zu Grunde gehen.

Dieselben Gründe, die für und wider das Heu als Infektionsträger sprechen, gelten meiner Ansicht nach auch für das Trinkwasser. Dass bei Carni- und Omnivoren keine Infusorien, wie sie den Pflanzenfressern eigenthümlich sind, vorkommen, dürfte einfach seinen Grund darin haben, dass diese in dem sauren Mageninhalt nicht zu leben vermögen, und ein Abschnitt des Digestionsapparates, in welchem die aufgenommene Nahrung einen Gährungs- und Macerationsprocess durchmachen muss, nicht vorhanden, auch bei der Zusammensetzung der Nahrung der Fleisch- und Allesfresser nicht nöthig ist. Wohl aber könnte der Umstand, dass Kälber von dem Zeitpunkte ab, wo sie Pflanzenkost erhalten, auch Wasser zu sich nehmen, für das letztere als Infektionsträger sprechen.

In dritter Linie käme der Hafer in Betracht. Der Umstand, dass einerseits wohl jedes Pferd, wenn auch bald mehr, bald weniger, Hafer im Futter bekommt, andererseits Cycloposthium bipalmatum fast ausnahmslos im Blinddarm gefunden wird, brachte mich auf die Vermuthung, dass hier Beziehungen statthätten. Auch glaube ich bemerkt zu haben, dass Cycloposthium gerade bei gut genährten Pferden, von denen man also Ursache hatte, anzunehmen, dass sie in ihrer letzten Lebenszeit viel Hafer bekommen hatten (was man nicht von allen der

[1] EBERLEIN, Über die im Wiederkäuermagen vorkommenden ciliaten Infusorien. in: Diese Zeitschr. LIX, 2, p. 286.

Rossschlächterei verfallenen Thieren sagen kann), besonders häufig aufzufinden war.

Als weiterer Infektionsträger könnte der Mais angesehen werden und zwar aus folgenden Gründen: Im Sommer 1893 fand ich plötzlich eine vorher nie gesehene Infusorienart in großer Menge (Blepharoprosthium pireum). Eine Untersuchung des Darminhaltes, sowie Erkundigungen bei dem Vorbesitzer ergaben, dass das fragliche Pferd hauptsächlich mit Mais gefüttert worden war. Hierdurch aufmerksam gemacht, behielt ich diesen Umstand im Auge. Wochen vergingen, ehe ich wieder den Darminhalt eines eben so gefütterten Pferdes auf Protozoen untersuchen konnte, und eben so lange vermisste ich Blepharoprosthium in meinen Präparaten. Als ich aber wieder Mais in größeren Mengen im Blinddarm vorfand, traf ich auch genanntes Infusor wieder. Diese Wahrnehmung machte ich in der Folge noch öfter, so dass ich wohl mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen darf, dass Blepharoprosthium pireum nur bei Maisfütterung vorkommt, obwohl auch die mit diesem Futtermittel angestellten Kulturversuche resultatlos verliefen.

Was die übrigen Nahrungsmittel der Pferde, wie Kleie, Spreu, Stroh (Häcksel), Treber, anbelangt, mit welchen ich gleichfalls ergebnislose Versuche anstellte, so sind mir keinerlei Beziehungen derselben zu einzelnen Infusorienarten aufgefallen. Auch werden sie nie für sich, sondern immer gemischt mit anderen, den Pferden verabreicht.

Sehr zu bedauern ist, dass Untersuchungen lebender Pferde so gut wie ausgeschlossen sind. Denn auf der einen Seite ist das wichtigste Hilfsmittel zur Untersuchung des Panseninhaltes lebender Wiederkäuer, die Magensonde, hier natürlich nicht anwendbar, auf der anderen verbieten sich Versuche mit Fohlen, die nach ihrer Entwöhnung mit den verschiedenen Nahrungsmitteln zu füttern wären und dann getödtet werden müssten, für mich durch ihre Kostspieligkeit.

Interessant wäre es mir gewesen, erforschen zu können, ob auch die übrigen Einhufer dieselben Infusorienarten im Cöcum beherbergen wie das Pferd. Allein, da die in Frage kommenden Thierformen nicht geschlachtet werden, es also ein ganz besonders glücklicher Zufall wäre, ein eben getödtetes oder verendetes derartiges Individuum untersuchen zu können, so habe ich es mir versagen müssen, Forschungen in der angedeuteten Richtung zu unternehmen.

Die Frage, in welchem Lebensalter die Pferde zuerst inficirt werden, vermag ich nicht direkt zu beantworten, da mir aus den oben erwähnten Gründen passendes Material nicht zur Verfügung stand. Ich war desshalb genöthigt, mich nach anderen Versuchsthieren umzu-

sehen. Als solche habe ich Kälber gewählt und mit ihnen eine Reihe von Versuchen ausgeführt, deren Resultat im Großen und Ganzen sich mit dem der von EBERLEIN unternommenen deckt, wesshalb ich es unterlasse, sie hier zu beschreiben.

Aus meinen Versuchen geht ebenfalls hervor:

1) Die Infektion durch Infusorien findet erst dann statt, wenn die Wohnthiere ausschließlich pflanzliche Nahrung zu sich nehmen.

2) Die Infusorien vermögen in einem stark sauren Medium weder sich zu entwickeln, noch, in dasselbe hineingebracht, sich längere Zeit am Leben zu erhalten.

Hieraus folgt:

Die Infusorien können nicht in dem Zustande, in welchem sie im Cöcum gefunden werden, dorthin gelangt sein. Also muss die Infektion durch widerstandsfähigere Dauerzustände erfolgen.

Physiologische Bedeutung.

Die ungeheure Anzahl der beschriebenen Infusorien, der Umstand, dass sie beim Pferde im Cöcum, bei den Wiederkäuern im Rumen, also in jenen Abtheilungen des Digestionsapparates, die für die Verdauung von gleicher Bedeutung in Bezug auf Gährung und Maceration der Futtermassen sind, jederzeit vorkommen, sowie die Thatsache, dass Schädigung des Organismus der Wohnthiere durch sie noch nicht konstatirt werden konnte, bietet Anlass zu einer Reihe von Erwägungen der verschiedensten Art.

Der Umstand, dass fast alle Forscher auf diesem Gebiete mehr Physiologen wie Zoologen waren, brachte es mit sich, dass man der Frage nach der physiologischen Bedeutung der Darm-(Pansen-)Infusorien eher Gehör gab als der nach ihrem anatomischen Bau. So haben GRUBY und DELAFOND[1] ihre Ansicht, der auch COLIN[2] beitritt, WEISS[3] aber nicht beipflichten kann, dahin geäußert, dass unsere Infusorien von Bedeutung für die Verdauung sein müssten, da sie nur aus leichtverdaulichen Substanzen — Fibrin und Albumin — beständen. Sie berechnen die Zahl der Infusorien des Pansens der Schafe auf 15—20 pro Centigramm Flüssigkeit und schätzen das Gewicht der in 5 kg Magen-

[1] GRUBY et DELAFOND, Recherches sur des animalcules se développant dans l'estomac et dans les intestins pendant la digestion des animaux herbivores et carnivores (!). in: Recueil de médecine-vétérinaire pratique. XXe Vol. Paris 1843. p. 859.

[2] COLIN, Traité de physiologie comparée des animaux. Paris 1871.

[3] WEISS, Specielle Physiologie der Haussäugethiere. Stuttgart 1869. p. 131 bis 132.

flüssigkeit lebenden auf 1 kg, also den fünften Theil. So unglaublich uns dies Gewicht im ersten Augenblick auch vorkommen mag, so stimmt es doch so ziemlich überein mit den von CERTES[1] gefundenen Zahlen. Denn dieser Autor berechnete die Zahl der Infusorien des Pansens mit Hilfe des Tropfenzählers des Dr. MALASSEZ auf $9^1/_2$ Millionen für den Cubikcentimeter. Daraus ergiebt sich, dass in fünf Liter Blinddarmflüssigkeit[2] 47 500 Millionen Infusorien leben. Diese 47 500 Millionen wiegen aber fast 1 kg, vorausgesetzt, dass ihr specifisches Gewicht gleich 1 ist, denn ein mittelgroßes Exemplar hat die Durchschnittsgröße von 0,05 mm Länge, 0,02 mm Breite, 0,02 mm Dicke, nimmt also einen Raum von $0,05 . 0,02 . 0,02 = 0,00002$ cmm ein. Es würden also den Rauminhalt eines Cubikmillimeters $\frac{1}{0,00002} = 50\,000$ solcher Thiere ausfüllen, d. h. 50 000 Stück wiegen 0,001 g, mithin 50 000 Millionen 1 Kilogramm[3].

Bei dieser gewaltigen Menge ist es um so interessanter, dass die Infusorien den Wirthen anscheinend nicht nur nicht die geringsten Beschwerden verursachen, sondern dass sie auf das Wohlbefinden der Pferde keinerlei ungünstigen Einfluss zu haben scheinen (wie auch EBERLEIN für die Wiederkäuer konstatirt). Allerdings meint ZÜRN[4], dass Magen- und Darmkatarrhe entstehen könnten, wenn sie in zu großer Anzahl aufträten. Allein ein Beweis für diese Ansicht ist bis heute weder erbracht noch versucht.

Von den übrigen Autoren ist CERTES[5], der sich auch mit dem Nachweis von Glykogen[6] bei diesen Infusorien beschäftigte, der Ansicht, dass dieselben Ursache der fermentativen Processe im Pansen seien.

BALBIANI[7] hält sie nicht für Parasiten, sondern für »Commensalen«.

[1] CERTES, Notes sur les micro-organismes de la panse des ruminantes. in Journal de Micrographie. Tome XIII, No. 9, p. 277—279. Paris 1889.

[2] Für das Cöcum dürfte das Verhältnis das gleiche sein wie für den Pansen.

[3] Es ist dies ein weiterer Beweis dafür, dass die Zahlen der FIORENTINI'schen Größenbestimmungen nicht richtig sein können. Denn z. B. von Diplodinium uncinatum Fiorent., das nach ihm 0,9 mm lang und 0,3 mm breit ist, würden schon 12,5 Millionen Stück 1 kg, mithin 47 000 Millionen 380 kg wiegen!

[4] ZÜRN, Die Schmarotzer in und auf dem Körper unserer Haussäugethiere. 2. Aufl., Bd. II, p. 790.

[5] CERTES, Notes sur les micro-organismes de la panse des Ruminantes. in: Journal de Micrographie. Tome XIII, p. 277—279.

[6] Ders., Sur la glycogénèse chez les Infusoires. in: Compt. Rend. des séances de l'Academie des Sciences. Tome XC. Paris 1890. p. 77—80.

[7] BALBIANI, Evolution des micro-organismes animaux et végétaux parasites. in: Journal de Micrographie. Tome XI, No. 13, p. 442.

Fiorentini[1] beschränkt sich darauf, die Ansichten der älteren Autoren zu wiederholen.

List[2] weist darauf hin, dass die Infusorien des Pansens und der Haube häufig in ihrem Inneren Spaltpilze zu beherbergen scheinen, meint aber, die ziemlich naheliegende Vermuthung, dass die Infusorien einer dem thierischen Organismus eventuell gefährlich werdenden Vermehrung der Spaltpilze im Wiederkäuermagen dadurch steuern, dass sie dieselben verspeisen und vernichten, bedürfe noch eines Beweises, weil diese (die Spaltpilze) durch Tinktionen nicht nachweisbar seien. Was das betrifft, so habe ich bei starken Vergrößerungen sehr häufig gesehen, dass die Bakterien von den Infusorien, in deren Innerem sie ihre lebhafte Bewegung fortsetzen, aufgenommen werden. Ob sie aber da verdaut werden, ist damit auch noch nicht erwiesen, zumal man eben so oft sehen kann, dass sie sich aus den Infusorien wieder durch die Mundöffnung entfernen.

Schuberg[3] macht uns mit der interessanten Thatsache bekannt, dass bei Wiederkäuern die größeren Arten von Diplodinium sehr häufig auch kleinere Individuen von Isotricha und Dasytricha auffressen, wobei es vorkommen soll, dass eine Isotricha das Innere ihres Räubers fast vollständig füllt. Bei den Infusorien des Blinddarmes habe ich Derartiges nie bemerken können, obwohl ich, angeregt durch diese Bemerkung, eifrig nach gleichen Vorgängen forschte. Auch meint dieser Autor, dass es »an sich vielleicht nicht undenkbar wäre, dass die Infusorien für die Verdauung, speciell für die Celluloseverdauung, von Bedeutung sein könnten«[4].

Nach den Ansichten aller genannten Forscher sind demnach unsere Infusorien:

Gruppe I, Parasiten, die eventuell ihren Wirthen Schaden zufügen können;

Gruppe II, Parasiten, die für die Verdauung wichtig sind;

Gruppe III, Parasiten, die einer Vermehrung schädlicher Spaltpilze Einhalt thun können;

Gruppe IV, keine Parasiten, sondern Commensalen.

Die Ansicht, dass die Darminfusorien pathologische Erscheinun-

[1] Fiorentini, Intorno, etc. p. 20.

[2] List, Untersuchungen über die in und auf dem Körper des gesunden Schafes vorkommenden niederen Pilze. Inaug.-Dissert. Leipzig 1885. p. 49.

[3] Schuberg, Einige Organisationsverhältnisse der Infusorien des Wiederkäuermagens. in: Aus den Sitzungsberichten der Physikalisch-Medicinischen Gesellschaft. Würzburg 1891. p. 1—3.

[4] Dieser Ansicht hat sich in neuester Zeit auch Eberlein (Über die im Wiederkäuermagen vorkommenden Ciliaten. in: Diese Zeitschr. Bd. LIX, 2, p. 291—298) angeschlossen.

gen, wie Magen- und Darmkatarrhe herbeiführen könnten, hat wenig Wahrscheinlichkeit für sich; eben so die andere, dass sie eine zu große Vermehrung der Spaltpilze verhindern. Denn wenn es auch Thatsache ist, dass man nach dem Absterben der Infusorien Bakterien in ungeheurer Anzahl auftreten sieht (wenn der Darminhalt im Wärmeofen sich befindet), so dürfte sich dies doch nicht darauf zurückführen lassen, dass letztere nun nicht mehr gefressen werden, sondern einfach seinen Grund in der beginnenden Fäulnis haben.

Was die Frage des Einflusses unserer Wimperinfusorien auf die Verdauung, in erster Linie auf die Celluloseverdauung, betrifft, so möge hier Folgendes erwähnt werden:

Noch bis vor Kurzem wurde die Cellulose als ein der Stärke und dem Zucker gleichartiger Nährstoff angesehen. Man nahm an, dass der von der sogenannten Rohfaser als verdaulich geltende Theil Cellulose sei. Allein neuere Untersuchungen, ausgeführt von Tappeiner und Weiske, haben uns gezeigt[1], dass die Cellulose im Verdauungskanal der Wiederkäuer nicht eigentlich verdaut, sondern mittels eines durch Spaltpilze hervorgerufenen Gährungsprocesses (Sumpfgasgährung) in Kohlensäure, Sumpfgas, Aldehyd, Essigsäure und eine buttersäureähnliche Substanz umgewandelt wird. Die so gelöste Cellulose kann demnach als Nährstoff nicht angesehen werden, sondern ihr Werth und ihre Bedeutung erstreckt sich einerseits darauf, dass durch ihre Auflösung viele von ihr fest umschlossene Nährstoffe (Protein, Kohlehydrate, Fett) freigelegt und so der Verdauung preisgegeben werden, andererseits darauf, dass sie und die aus ihr der Hauptsache nach bestehende Rohfaser den pflanzlichen Nahrungsmitteln ein größeres Volumen verleiht, dadurch die den Verdauungssäften dargebotene Angriffsfläche vergrößert und so indirekt eine bessere Verdauung und Ausnutzung der Futtermittel begünstigt. Desshalb vermischt man auch absichtlich zu konzentrirte Futtermittel mit voluminösen, rohfaserreichen Substanzen (Strohhäcksel u. dgl.).

Da beim Pferde die Verdauung der Cellulose wohl kaum eine andere sein dürfte wie bei den Wiederkäuern, nur mit dem Unterschiede, dass sie nach dem Blinddarme verlegt ist, außerdem bei letzteren ja auch nur dort, wo die Umwandlung der Cellulose vor sich geht, Infusorien sich finden, so dürfte auch diese Frage hiermit erledigt sein.

Gruby und Delafond glauben, dass, da unsere Infusorien hauptsächlich aus Fibrin und Albumin beständen, und weil sie allmählich

[1] Nach Pott, in: Encyklopädie der Thierheilkunde. Bd. II, p. 126. Die Veröffentlichungen Tappeiner u. Weiske's sind mir im Original leider nicht zugänglich gewesen.

im Darm verdaut würden, sie bestimmt seien, schwerer lösliche Futterstoffe in leicht verdauliche überzuführen, dass also mit anderen Worten die Herbivoren bei der gewaltigen Anzahl der verdauten Infusorien eigentlich auch Carnivoren oder wenigstens doch Omnivoren seien. Ich muss gestehen, dass diese älteste Theorie mir die wahrscheinlichste ist. Denn thatsächlich bestehen die Ciliaten des Pferdedarmes nur aus Eiweiß, Glykogen, Paraglykogen etc. Allerdings hat man noch keine Kenntnis von einer Eiweißverdauung im Dickdarm. Allein die Thatsache, dass eiweißreiche Nährklystiere mit Erfolg angewendet werden, beweist zur Genüge, dass faktisch eine Eiweißverdauung im Dickdarme stattfindet. Wenn man nun bedenkt, dass Infusorien im Dickdarm (von der hinteren Hälfte des Grimmdarmes ab), je weiter sie nach hinten kommen, immer und immer mehr aufgelöst, also doch wohl verdaut werden, so dürfte obige Annahme nicht ohne Weiteres von der Hand zu weisen sein.

Aber abgesehen von alledem: Es ist bekannt, dass im Blinddarm des Pferdes eine Gährung und Maceration der Futtermassen, die ohne solche nicht verdaut werden könnten, stattfindet. Beides kann nicht vor sich gehen, ohne dass Wasser die einzelnen Futterpartikel umspült, und zwar um so besser und gründlicher, je mehr die Futtermassen der Einwirkung derselben ausgesetzt sind. Bedenkt man die ungeheure Anzahl der Infusorien, beachtet man, mit welch großer Geschwindigkeit sie den Darminhalt durcheilen, erwägt man, welch bedeutende Kraft sie aufwenden, um sich zwischen den einzelnen Futterpartikeln hindurchzudrängen, so wird man sich sagen müssen, dass selbst die besten Maschinen nicht im Stande wären, dem Wasser (und den mit ihm vermischten Verdauungssäften) so den Zugang überall hin zu bahnen, wie es unsere Infusorien thun. Es ist desshalb nicht zu verkennen, dass dieselben auch schon durch ihr rein mechanisches Wirken allein einen bedeutenden Einfluss auf die Verdauung der Futtermassen, die sich im Blinddarm (Pansen) befinden, ausüben müssen. Kommt zu dieser Thätigkeit noch die Fähigkeit, schwerverdauliche Futterbestandtheile in leichtverdauliche überzuführen, so wäre beides zusammengenommen ein Moment, die Verdauung der kolossalen Mengen von Nahrungsmitteln, welche die Herbivoren[1] zu sich nehmen, auf das Wesentlichste zu fördern, selbst für den Fall, dass sich die an und für sich sehr wahrscheinliche Vermuthung, wonach den Infusorien eine fermentative Wirkung zukommt, nicht bewahrheiten sollte.

[1] Ein gut ernährtes mittelgroßes Pferd erhält pro Tag etwa 3 kg Hafer, $5^1/_2$ kg Heu, $4^1/_2$ kg Stroh (Häcksel), zusammen also 13 kg Futter. Dazu kommen noch ca. 20—25 kg Wasser.

Für die Förderung dieser Arbeit boten mir die reichen Hilfsmittel des Berliner zoologischen Instituts eine wesentliche Unterstützung. Ich erlaube mir daher, Herrn Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. F. E. Schulze für die Überlassung derselben, sowie ganz besonders für die mir im reichsten Maße erwiesene Anregung und Belehrung auch an dieser Stelle meinen tiefgefühltesten Dank auszusprechen. Eben so danke ich den früheren und jetzigen Assistenten genannten Instituts, den Herren Prof. Dr. Korschelt, Prof. Dr. Heider, Dr. Heymons und Dr. Schaudinn, sowie Herrn Dr. v. Mährenthal für das lebhafte Interesse, das sie meinen Untersuchungen entgegenbrachten, auf das herzlichste.

Berlin, im Mai 1895.

Litteraturverzeichnis.

1. Balbiani, Évolution des micro-organismes animaux et végétaux parasites. in: Journal de Micrographie. Tome XIII. No. 13.
2. Bütschli, Über das Vorkommen einer dem Amyloid verwandten Substanz in einigen niederen Thieren. in: Archiv für Anatomie und Physiologie. 1870.
3. Derselbe, Bemerkungen über einen dem Glykogen verwandten Körper in den Gregarinen. in: Zeitschrift für Biologie. Bd. XXI. 1885.
4. Derselbe, Protozoa. in: Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Bd. I—III. Leipzig u. Heidelberg 1883—1887.
5. Certes, Notes sur les micro-organismes de la panse des ruminantes. in: Journal de Micrographie. Tome XIII. No. 9. Paris 1889.
6. Derselbe, Sur la glycogénèse chez les Infusoires. in: Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome XC. Paris 1890.
7. Cohn, Beiträge zur Kenntnis der Infusorien. III. Über die Cuticula der Infusorien. in: Diese Zeitschr. Bd. V. 1854.
8. Colin, Traité de physiologie comparée des animaux. 2. Aufl. Paris 1871.
9. Coste, Développement des Infusoires ciliés dans une macération de foin. in: Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LIX. Paris 1864.
10. Eberlein, Über die im Wiederkäuermagen vorkommenden ciliaten Infusorien. in: Diese Zeitschr. Bd. LIX, 2. p. 234—304.
11. Fiorentini, Intorno ai protisti dell' intestino degli equini. Pavia. Maggio 1890.
12. Derselbe, Intorno ai protisti dello stomaco dei bovini. Paris 1889.
13. Fisch, Untersuchungen über einige Flagellaten und verwandte Organismen. in: Diese Zeitschr. Bd. XLII. 1885.
14. Gruber, Über Kerntheilungsvorgänge bei einigen Protozoen. in: Diese Zeitschr. Bd. XXXVIII. 1883.

15. Gruby et Delafond, Recherches sur des animalcules se développant en grand nombre dans l'estomac et dans les intestins, pendant la digestion des animaux herbivores et carnivores (I). in: Récueil de Médecine-vétérinaire pratique. XXe Vol. Paris 1843. und in: Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome XVII.

16. Hoffmann, Lehrbuch der Zoochemie. Wien 1876.

17. Kent, A manual of the Infusoria. London 1881—82.

18. Künstler, Recherches sur la morphologie des Flagellés. in: Bulletin scient. France et Belg. Tome XX. Vol. 12.

19. Leuckart, Die Parasiten des Menschen. 2. Aufl. Leipzig 1886.

20. List, Untersuchungen über die in und auf dem Körper des gesunden Schafes vorkommenden niederen Pilze. Inaug.-Dissert. Leipzig 1885.

21. Maupas, Contribution à l'étude morphologique et anatomique des Infusoires ciliés. in: Arch. Zool. Expér. et Gén. (2ième sér.). Tome I. Paris 1883.

22. Milne-Edwards, Remarques à l'occasion de la précédante communication. in: Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LIX. Paris 1864.

23. Munk, Physiologie des Menschen und der Säugethiere. 2. Aufl. 1888.

24. Ogata, Über Reinkulturen gewisser Protozoen (Infusorien). in: Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. Bd. XIV. Nr. 6.

25. Pfeiffer, Die Protozoen als Krankheitserreger. Jena 1891.

26. Pott, Cellulose. in: Encyklopädie der gesammten Thierheilkunde. Herausgegeben von A. Koch. Bd. II.

27. Pouchet, Embryogénie des Infusoires ciliés. Résponse aux observations de M. Coste. in: Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LIX. Paris 1864.

28. Schewiakoff, Beiträge zur Kenntnis der holotrichen Ciliaten. Cassel 1889. Ausgegeben unter dem Titel: Bibliotheca zool. Heft 5.

29. Schuberg, Protozoen des Wiederkäuermagens. in: Zoologische Jahrbücher. Bd. III. 1888.

30. Derselbe, Einige Organisationsverhältnisse der Infusorien des Wiederkäuermagens. in: Aus den Sitzungsberichten der Physikalisch-Medicinischen Gesellschaft. Würzburg 1891.

31. Stein, in: Abhandlungen der Königl. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. (Fünfte Folge.) Bd. X. Prag 1858.

32. Derselbe, Charakteristik neuer Infusoriengattungen. in: Lotos. IX. Jahrgang. Prag 1859.

33. Derselbe, Der Organismus der Infusionsthiere. Leipzig. Bd. I. 1856. Bd. II. 1867.

34. Weiss, Specielle Physiologie der Haussäugethiere. Stuttgart 1869.

35. Wrzesniowsky, Ein Beitrag zur Anatomie der Infusorien. in: Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. V. 1869.

36. Derselbe, Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. Ebenda. Bd. XXIX. 1877.

37. Zürn, Die Schmarotzer in und auf dem Körper unserer Haussäugethiere. 1. Aufl. Bd. II. 1874. 2. Aufl. 1887.

Erklärung der Abbildungen.

a, After; *ar*, Afterröhre; *cv*, kontraktile Vacuole; *kv*, Konkrementvacuole; *man*, Makronucleus; *min*, Mikronucleus; *o*, Mund; *s*, Schlund; *v*, Vacuole; *w*, Wimpern.

Tafel XV.

Fig. 1. Cycloposthium bipalmatum. Ciliophor *cp*, fast ganz ausgestülpt; *c*, Collare; *cd*, Caudale; *kr*, Cilienkranz; *l*, Längsleiste; *m*, Myophane. Vergr. 800/1.

Fig. 2. Dasselbe. Ciliophor eingezogen.

Fig. 3. Dasselbe im encystirten (?) Zustande, von der Seite. Vergr. 800/1.

Fig. 4. Dasselbe, Theil des Ektoplasmas. Schnittpräparat, Ölimmersion, Doppelfärbung: Boraxkarmin, Hämatoxylin. *p*, Pellicula; *h*, äußere, h_1, innere hyaline Schicht; *al*, Alveolarschicht; *g*, Grenzsaum; *e*, Endoplasma. Vergr. 2400/1.

Fig. 5. Dasselbe. Darstellung der Cirkulation.

Fig. 6. Dasselbe im 4. Theilungsstadium. *tf*, Theilungsfurche; c_1, Collare-; cd_1, Caudale-; cp_1, Ciliophor-; kr_1, Cilienkranz-; l_1, Längsleiste-Neuanlage.

Fig. 7. Blepharocorys uncinata, von der Seite. *f*, pfropfenzieherförmiger Fortsatz; *st*, Stirnkuppe; *sp*, Querspalt. Vergr. 1800/1.

Fig. 8. Dasselbe von der Ventralseite, in Theilung. *tf*, Theilungsfurche. Vergr. 1800/1.

Fig. 9. Dasselbe von der Seite, in Theilung (späteres Stadium). *tf*, Theilungsfurche; s_1, Schlund-; sp_1, Querspalt-Neuanlage.

Fig. 10. Blepharocorys valvata von der Seite. Vergr. 2080/1.

Fig. 11. Blepharocorys jubata. *pl*, Rückenplatte. Vergr. 2080/1.

Fig. 12. Paraisotricha colpoidea. *A*, von der Seite. kv_1, zweite Konkrementvacuole. Vergr. 1450/1. *B*, Querschnitt durch das Ektoplasma; *p*, Pellicula; *h*, äußere, h_1, innere hyaline Schicht; *al*, Alveolarschicht; *g*, Grenzsaum; *e*, Endoplasma. *C*, verschiedene Kernformen. *D*, Konkrementkörperchen.

Tafel XVI.

Fig. 13 *A*. Paraisotricha oblonga. Vergr. 1300/1.

Fig. 13 *B*. Querschnitt. *v*, ventral; *d*, dorsal; *r*, rechts; *l*, links.

Fig. 14. Paraisotricha truncata. Vergr. 1300/1.

Fig. 15. Didesmis quadrata. *k*, Längskante; *r*, Längsrinne. Vergr. 1100/1.

Fig. 16. Didesmis ovalis. Vergr. 1575/1.

Fig. 17. Bütschlia postciliata. Vergr. 1000/1.

Fig. 18. Blepharoprosthium pireum. *A*, im ausgestreckten, *B*, im kontrahirten Zustande. *ht*, zusammenziehbarer (Hals-)Theil; *rf*, Ringfurche. Vergr. 1060/1.

Fig. 19. Blepharosphaera intestinalis. Vergr. 420/1.

Fig. 20. Blepharocodon appendiculatus. *ap*, Fortsatz am Mundrande. Vergr. 1800/1.

Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge der Nematoden.

Zugleich ein Beitrag zur Zellenlehre.

Von

Heinrich Ernst Ziegler,

Dr. phil., Prof. extraord. der Zoologie, Freiburg i. B.

Mit Tafel XVII—XIX.

I. Material und Methode.

Bekanntlich hat AUERBACH schon vor zwanzig Jahren die ersten Entwicklungsvorgänge eines Nematoden sorgfältig beobachtet[1]; sein Untersuchungsmaterial waren die Eier von Rhabditis nigrovenosa Rud. (= Rhabdonema nigrovenosa = Ascaris nigrovenosa). AUERBACH berichtet von einer sehr merkwürdigen Bewegung der sich vereinigenden Geschlechtskerne, welche neuerdings von O. HERTWIG zur Begründung seiner Theorie über die Einstellung der Kernspindel verwerthet worden ist[2]; nach AUERBACH kommen die beiden Kerne bei der Befruchtung in der Längsrichtung des Eies zusammen und wenn sie sich an einander gelegt haben, erfahren sie eine Drehung um 90°, so dass dann die entstehende Theilungsspindel in der Längsrichtung des Eies liegt.

Anfänglich wollte ich nur die ebengenannte Drehung der sich vereinigenden Geschlechtskerne bei Rhabditis nigrovenosa oder einem anderen Nematoden aus eigener Anschauung kennen lernen; ich dehnte aber dann die Untersuchung dahin aus, die ersten Entwicklungsvorgänge überhaupt zu beobachten und wollte wenigstens für e i n e Species möglichst genau beschreiben, was man am lebenden Ei vom Austritt

[1] L. AUERBACH, Organologische Studien. Zur Charakteristik und Lebensgeschichte der Zellkerne. Breslau 1874.

[2] O. HERTWIG, Die Zelle und die Gewebe. Jena 1893. p. 175.

aus dem Ovarium bis zum Beginn der Furchung geschehen sieht. Nachher verfolgte ich dann die ganze Furchung und den Gastrulationsvorgang. Ich habe mich bemüht, auch diejenigen Beobachtungen zu verzeichnen, welche zwar für die Embryologie unwichtig sind, aber für die Zellenlehre Bedeutung haben können.

Beim Beginn meiner Untersuchung im vorigen September stand mir Rhabditis nigrovenosa nicht in genügender Menge zur Verfügung, da die Species in hiesiger Gegend in den Fröschen nicht häufig ist und Kröten schwer zu bekommen waren. Ich sah daher zunächst davon ab, diese Species als Untersuchungsmaterial zu wählen und legte einige todte Regenwürmer auf einen Teller mit feuchter Erde, um so die an faulenden Regenwürmern vorkommende Species Rhabditis pellio Schn. zu erhalten. Es traten mehrere Species von Rhabditiden auf, am häufigsten Diplogaster longicauda Claus, ziemlich häufig auch Rhabditis teres Schn.; Diplogaster longicauda erwies sich zur Untersuchung als günstig und auf diese Species beziehen sich die meisten der nachher mitzutheilenden Beobachtungen. Ich habe diese Art den ganzen Winter hindurch sehr bequem zur Hand gehabt, da sie an den faulenden Regenwürmern, die ich alle acht Tage erneuerte, stets in großer Menge zu finden war; in diesem Sommer ist die Species nicht mehr so regelmäßig in den Kulturen vorhanden gewesen und nahmen zeitweilig andere Species ihre Stelle ein; manchmal fand ich fast nur Rhabditis teres Schn., manchmal diese Species gemischt mit Rhabditis aspera Bütschli und anderen Arten. Neuerdings habe ich aus Kröten Rhabditis nigrovenosa erhalten; es zeigte sich, dass zwischen dieser Species und Diplogaster longicauda in den ersten Entwicklungsvorgängen kein wesentlicher Unterschied besteht. Bei Rhabditis nigrovenosa habe ich dann auch die ganze Furchung und die Gastrulation beobachtet.

Alle Beobachtungen bei Diplogaster sind am lebenden Ei gemacht. Es ist zwar wohl möglich die kleinen Würmer mit dem Mikrotom zu schneiden, wenn man sie in Menge klumpenweise zusammengeballt gehärtet hat. Aber da die Eier so klein sind und die Thiere überhaupt sehr kleine Zellen haben, so ergeben sich auf den Schnitten bei Weitem nicht so deutliche Bilder wie bei den größeren Nematoden. Auch für das Studium der Chromosomen sind die Eier von Diplogaster longicauda nicht günstig, da die Chromosomen zahlreich und klein sind; ich habe daher davon abgesehen, an dem vorliegenden Objekt die Verhältnisse der Chromosomen zu verfolgen, die man bei anderen Nematoden z. B. bei Ascaris megalocephala so leicht sieht.

Die Methode, welche ich verwandte, war anfänglich folgende.

Ich brachte einige der Würmer auf die Glasplatte des Kompressoriums[1], schnitt sie mit einem Skalpell ein- oder zweimal durch und komprimirte sie; es traten dabei Embryonen der verschiedensten Entwicklungsstadien aus dem Körper der Würmer aus und gewöhnlich wurden auch der Darm und die Genitalschläuche theilweise ausgepresst; ich verwendete nur solche Embryonen zur Beobachtung, welche noch im Inneren des Wurmkörpers waren oder in einem aus dem Körper hervorkommenden Theil des Uterus lagen; denn diese Eier befanden sich in ihrem natürlichen Medium, welches für die Entwicklung günstig ist, während die Zusatzflüssigkeit, mag sie Wasser oder physiologische Kochsalzlösung oder Glaskörperflüssigkeit oder eine Mischung von Eiweiß mit Wasser sein, auf die Embryonen der frühen Entwicklungsstadien eine schädliche Einwirkung ausübt. Weil ich die nachtheilige Wirkung des Wassers fürchtete, sah ich vorerst von einer Durchströmung ab. Bei dieser Methode ist die Beobachtung dadurch sehr erschwert, dass die Eier sehr oft alsbald in der Entwicklung stillstehen, sobald man die Würmer in dem Apparat komprimirt hat; manchmal geht die Entwicklung noch einige Zeit weiter, verlangsamt sich aber dann und kommt zum Stillstand. Ich habe zwar dann und wann einmal bei einem Ei die Vorgänge durch zwei bis drei Stunden hindurch verfolgen können, aber meistens erfolgte der Stillstand viel früher und ich habe manche Stunde verloren, indem ich vergeblich auf das Weitergehen der Entwicklung wartete.

Ich versuchte daher eine andere Methode. Es war zu vermuthen, dass es hauptsächlich der Mangel an Sauerstoff sei, welcher die Entwicklung hemmt. Diplogaster longicauda lebt an der Oberfläche der faulenden Regenwürmer, man konnte also annehmen, dass der Wurm ein lebhaftes Sauerstoffbedürfnis hat[2]. Ich verfuhr nun folgender-

[1] Ich verwandte den Apparat, den ich vor Kurzem im Zoologischen Anzeiger beschrieben habe (H. E. Ziegler, Ein Kompressorium mit Durchströmung. Zoolog. Anzeiger 1894. Nr. 456—457 u. 464).

[2] Es gilt dies keineswegs für alle Nematoden. Für die im Darme der Katze und des Hundes lebende Species Ascaris mystax hat Bunge durch Experimente gezeigt, dass sie den Sauerstoff lange entbehren kann; die in einem Reagensröhrchen in einer Lösung von Kochsalz (1%) und kohlensaurem Natrium (0,1%) befindlichen Würmer blieben bei Ausschluss des Sauerstoffes 4—5 Tage, bei Zutritt des Sauerstoffes 8—15 Tage am Leben (Bunge, Über das Sauerstoffbedürfnis der Darmparasiten. Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. VIII. 1883—84. p. 48). In einer späteren Versuchsreihe hat Bunge festgestellt, dass die im Darm des Hechtes lebende Ascaris acus nach vollständiger Sauerstoffentziehung 4—6 Tage lebendig bleibt; er konnte ferner Anguillula aceti Ehrbg. bei Ausschluss des Sauerstoffes sieben Tage am Leben erhalten, und Ascaris lumbricoides lebte bei vollständiger Sauerstoffentziehung 5—7 Tage und schied in dieser Zeit eine beträchtliche Menge

maßen; die Würmer wurden auf die Platte des Kompressoriums gebracht und nicht zerschnitten; die Deckplatte wurde so weit herabgeschraubt, dass die größeren trächtigen Exemplare festgehalten wurden und nicht mehr weggeschwemmt werden konnten, wenn die Durchströmung begann; dann wurden alsbald die Schläuche angesetzt und frisches Brunnenwasser durch den Apparat geleitet[1]. Das Resultat war sehr günstig: ein Stillstand der Entwicklung trat in den ersten Stunden der Beobachtung fast nie mehr ein und die Vorgänge liefen meist durch viele Stunden in einer allem Anscheine nach normalen Weise ab. Wenn man die Entwicklung eines Eies lange Zeit hindurch beobachten will, darf man den Wurm nicht zu stark drücken; ein zu sehr komprimirter Wurm stirbt ab und die in ihm enthaltenen Eier entwickeln sich dann nicht mehr lange weiter.

Ich hatte die Absicht, die Eier so stark zu komprimiren, dass die Furchung in modificirter Weise ablaufe, wie man es bei Amphibien-

von Kohlensäure aus (Bunge, Weitere Untersuchungen über die Athmung der Würmer. Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. XIV. 1889. p. 318—324). Es scheint, dass vor Allem die im Darm von Wirbelthieren parasitisch lebenden Nematoden darauf angepasst sind, wenig oder gar keinen Sauerstoff zu brauchen, da der Inhalt des Dünndarmes keinen freien Sauerstoff enthält. Aber hinsichtlich der Eier solcher Nematoden ist zu bemerken, dass sie bei manchen Species sicherlich des Sauerstoffes zu ihrer Entwicklung bedürfen; in diesem Falle sind die Eier unfähig, sich im Darme des Wirthes zu entwickeln. Hallez hat die Eier des Pferdespulwurmes (Ascaris megalocephala) (vom Zweizellenstadium an) unter verschiedenen Verhältnissen sich entwickeln lassen, und dabei ergab sich, dass die Entwicklung stillsteht, wenn dem Ei kein Sauerstoff zugeführt wird, und dass die Entwicklung ihren Fortgang nimmt, wenn wieder Sauerstoff zutritt. Er beobachtete daher die Eier einzeln offen an der Luft auf einem Uhrglas, oder in einer feuchten Kammer, durch welche er Luft oder reinen Sauerstoff hindurchleitete (Hallez, Recherches sur l'embryogénie et sur les conditions du développement de quelques nématodes. Mémoires de la société des sciences de Lille. 4. Série. T. XV. 1886). Beiläufig will ich bemerken, dass bei der in der Lunge der Amphibien lebenden Rhabditis nigrovenosa sowohl die Thiere selbst als auch ihre Eier des Sauerstoffes bedürfen; die Entwicklung der Eier vollzog sich in dem Durchströmungskompressorium bei stattfindender Durchströmung ganz regelmäßig und vollständig, blieb aber stehen, wenn die Durchströmung eingestellt wurde.

[1] Es erwies sich als nothwendig, eine kleine Verbesserung an dem Durchströmungskompressorium anzubringen. Da die Würmer sehr dünn sind, ist der Abstand zwischen dem Deckglase und der Objektplatte ein sehr geringer, und in diesem Falle findet keine genügende Bewegung des Wassers unter dem Deckglase statt, wenn das Wasser außerhalb der Spiegelglasplatte einen Weg findet. Ich ließ daher an der unteren Platte zwei kleine Zapfen anbringen, innerhalb deren der Kautschukring eingesetzt wird, so dass er eine biskuitförmige Gestalt annimmt und an zwei gegenüberliegenden Stellen an die Spiegelglasplatte sich anlegt. In Folge dessen muss nahezu alles Wasser, das durch den Apparat fließt, unter dem Deckglas hindurchgehen (Zoolog. Anzeiger. 1894. Nr. 464).



eiern und besonders bei Seeigeleiern so leicht erreichen kann[1]; da die Eier aber sehr klein sind und von einer zähen Eihaut umschlossen werden, welche bei der Kompression nicht abgeht, so haben sie sich zu solchen Versuchen nicht als günstig erwiesen[2]; ich habe daher meist die Eier nur in geringem Maße komprimirt, und oft die Eier gar nicht durch Druck deformirt, sondern nur den Wurm durch Druck festgegehalten. Jedoch kann man manche Vorgänge, z. B. die Drehung der sich vereinigenden Geschlechtskerne und die Bildung der Kernspindel nur am komprimirten Ei deutlich erkennen.

Zur Kenntnis der Species.

Diplogaster longicauda Claus.

Claus, Über einige im Humus lebende Anguilluliden. Diese Zeitschr. Bd. XII. 1863. p. 355, und Taf. 35, Fig. 6.

Bütschli, Untersuchungen über freilebende Nematoden. Diese Zeitschr. Bd. XXVI. 1876. p. 369, und Taf. 23. Fig. 1 *a—c*.

Örley, Die Rhabditiden und ihre medicinische Bedeutung. Berlin 1886. p. 41, und Tafel 3, Fig. 1—5.

Da die Beschreibungen der Autoren nicht ganz mit einander übereinstimmen und auch mit meinen Beobachtungen nicht genau zusammenfallen, muss ich auf die Diagnose eingehen. Die Länge des Weibchens beträgt nach Claus 0,5, nach Bütschli 1,0—1,2, nach Örley 1,0—1,5 mm. Die Zahl von Claus ist offenbar zu niedrig, die gewöhnliche Länge ist 1—1,3 mm. Die Länge des Männchens beträgt nach Bütschli bis 1 mm, nach meinen Messungen 0,9—1,1 mm. »Cuticula glatt und durchsichtig«, schreibt Örley, während Bütschli angiebt: »Ringelung und Längs-

[1] E. Pflüger, Über die Einwirkung der Schwerkraft und anderer Bedingungen auf die Richtung der Zelltheilung. Archiv f. d. ges. Physiologie. Bd. XXXIV. 1884. — W. Roux, Beiträge zur Entwicklungsmechanik des Embryo. Breslauer ärztliche Zeitschr. 1885. — Oscar Hertwig, Über den Werth der ersten Furchungszellen für die Organbildung des Embryo. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. XLII. 1893. — G. Born, Über Druckversuche an Froscheiern. Anatom. Anzeiger. Bd. VIII. 1893. — G. Born, Neue Kompressionsversuche an Froscheiern. Jahresbericht der schles. Gesellschaft f. vaterl. Kultur. Zoolog.-botan. Sektion. 1894. — H. Driesch, Entwicklungsmechanische Studien. IV. Diese Zeitschr. Bd. LV. 1893. — H. E. Ziegler, Über Furchung unter Pressung. Verhandlungen d. anatom. Gesellschaft. 1894. p. 132—146.

[2] Ich zweifle nicht, dass man auch bei den Nematoden dasselbe Resultat wie bei den Seeigeln erreichen könnte, dass nämlich bei der Furchung der gepressten Eier acht oder sechzehn in einer Ebene liegende Zellen entstehen; es käme nur darauf an, das Ei hinreichend flach zu drücken. Bei den kleinen Eiern gelingt das nicht so leicht wie bei größeren. Bei meinen Beobachtungen stellten sich die Kernspindeln fast stets schon beim vierzelligen Stadium in vertikaler oder schiefer Richtung, so dass bei der Theilung tiefere und höhere Zellen entstanden; doch sah ich einige Male bei stark komprimirten Eiern, dass sechs oder sieben in einer Ebene liegende Zellen vorhanden waren.

streifung der Cuticula mäßig entwickelt.« Ich sehe eine Ringelung der Cuticula nur an gekrümmten Thieren auf der konkaven Seite. Nach Bütschli stehen um die Mundöffnung »sechs ziemlich deutliche Lippen, je mit einer Borstenpapille«, und Örley giebt ebenfalls an, dass sechs spitze Papillen tragende Lippen vorhanden seien; ich sah die Lippen nicht recht deutlich, bestätige aber das Vorhandensein von sechs feinen Borsten, welche auf niedrigen konischen Erhöhungen stehen. Die Mundhöhle ist mäßig tief und weit (Bütschli, Örley), ungefähr eben so breit wie lang, oder mehr breit als lang, nicht langgestreckt röhrenförmig; »auf dem Boden der Mundhöhle erheben sich drei mäßig große Zähne, die weiter nichts sind, als die drei stärker chitinisirten Übergangsstellen der Dreieckseiten des Ösophagealrohres in den Boden der Mundhöhle« (Bütschli). Der dorsale Zahn ist ein wenig größer als die beiden anderen (Fig. 36). Der Ösophagus hat zwei Anschwellungen, besitzt aber im hinteren Bulbus keinen Zahnapparat. In der vorderen Anschwellung befindet sich ein ovaler Apparat, welcher, wie es scheint, aus drei beweglichen Längsleisten besteht, die, wenn der Wurm saugt, aus einander weichen und wieder zusammenklappen. Die Länge des Ösophagus beträgt nach Bütschli bei beiden Geschlechtern $^1/_6$—$^1/_7$ der Gesammtlänge; diese Angabe passt ziemlich gut zu meinen Messungen, nach welchen die Entfernung vom Vorderende des Körpers bis zum Ende des Ösophagus 0,17 mm beträgt; davon kommen auf den zweien Abschnitt des Ösophagus 0,06 mm.

Am Mitteldarm möchte ich den vordersten Abschnitt als Magen von dem folgenden Darme unterscheiden; die Wand dieses Abschnittes ist zwar, abgesehen von der geringeren Dicke, histologisch ganz eben so gebaut wie die Wand des Darmes, aber dieser Abschnitt zeigt regelmäßig bei allen Individuen ein weiteres Lumen; er ist häufig dicht erfüllt mit kleinen Flagellaten, welche sehr lebhaft sich in demselben herumbewegen; wenn der Wurm stark gepresst wird, treten diese Flagellaten lebend auch in den dünneren Theil des Darmes über. Ich bin im Zweifel, ob die Flagellaten dem Wurme zur Nahrung dienen oder ob sie zu demselben nur in dem Verhältnis des Commensalismus stehen nach Analogie der Infusorien im Wiederkäuermagen [1]; das Erstere ist mir aber wahrscheinlicher.

Der lange und dünne Schwanz nimmt nach Bütschli beim Weibchen den 3. bis 4. Theil, beim Männchen den 5. bis 7. Theil der Körperlänge ein. Meine Messungen bestätigen diese Angabe.

Die Bursa des Männchens ist jederseits durch einen schmalen feinen Saum dargestellt, welcher eine Strecke vor dem After beginnt und an der Stelle endet, wo der dünne Theil des Schwanzes anfängt; der Rand dieses Saumes ist in Fig. 34 durch die mit den zwei Sternchen bezeichnete Linie angegeben. Aus derselben Figur erkennt man auch die Stellung der Papillen; es sind jederseits sechs große Papillen vorhanden und außerdem noch drei kleine undeutlichere Papillen ventral, nahe der Stelle, wo der dünne Theil des Schwanzes anfängt. Die beiden Spicula sind nicht verwachsen; der vorderste Theil derselben liegt in dem sogenannten accessorischen Stück, welches in seiner Gestalt einer hinten geschlossenen Halbrinne ähnlich ist und offenbar für die Spicula zur Führung dient (Fig. 33 *a* u. *b*).

Der männliche Genitalapparat ist ein einfacher Schlauch, welcher am Ende

[1] A. Schuberg, Die Protozoen des Wiederkäuermagens. Zoolog. Jahrbücher. Abth. f. Syst. Bd. III. 1887. — Derselbe, Einige Organisationsverhältnisse der Infusorien des Wiederkäuermagens. Sitzb. d. phys.-med. Gesellschaft zu Würzburg. 1891. 16. Sitzung. p. 3.

des vorderen Drittels des Körpers beginnt, nach vorn bis zum Magen geht und an diesem nach hinten umwendet. Der letzte Abschnitt des männlichen Geschlechtsschlauches hat eine dünne Wandung drüsigen Charakters, deren Zellen ziemlich stark lichtbrechend sind (Fig. 34 *g*). Vom weiblichen Genitalapparat wird im folgenden Abschnitt die Rede sein; hier möchte ich nur noch erwähnen, dass bei der vorliegenden Species nur wenige Eier im Uterus gleichzeitig sich entwickeln; man findet gewöhnlich 2—5 Eier in jedem der beiden Uterusschläuche.

Rhabditis teres Schn.

(Rhabditis teres Schn. = Pelodera teres Schn.)

SCHNEIDER, Monographie der Nematoden. Berlin 1866. p. 153.

BÜTSCHLI, Beiträge zur Kenntnis der freilebenden Nematoden. in: Nova Acta d. K. L. C. Akad. Bd. XXXVI. 1873. p. 107.

ÖRLEY, Die Rhabditiden. Berlin 1886. p. 85.

Diese Species hat einen kurzen Schwanz; das Hinterende ist beim Weibchen kuppelförmig mit einem kurzen, dünnen Schwanzfaden. Die Mundhöhle ist röhrenförmig. Diese Species enthält viele sich entwickelnde Eier im Uterus; ich zählte über 30 Embryonen in einem Uterus, also über 60 Embryonen in dem Mutterthier; die ältesten Embryonen verlassen schon im mütterlichen Körper die Eihülle. Das Receptaculum seminis und der Anfangstheil des Uterus sind in Fig. 62 dargestellt; man sieht das letzte Ei des Ovariums, den aus großen Zellen bestehenden Oviduct, die Spermatozoen im Receptaculum (welche nach der Mündung des Oviductes gerichtet sind) und zwei Eier im Anfangstheil des Uterus.

II. Der Übertritt des Eies und die Bildung des ersten Richtungskörpers.

Bekanntlich besteht der weibliche Genitalapparat eines Nematoden aus einem oder mehreren langen Schläuchen, an welchen man der Reihe nach folgende Abschnitte unterscheidet: Ovarium, Oviduct, Receptaculum seminis, Uterus, Vagina. Wenn mehrere Schläuche vorhanden sind, ist die Vagina für dieselben gemeinsam.

Bei dem Weibchen von Diplogaster longicauda sind zwei Genitalschläuche vorhanden, von denen der eine in der vorderen, der andere in der hinteren Hälfte des Thieres liegt. Die Vagina ist kurz und verläuft in querer Richtung; die Geschlechtsöffnung befindet sich nahezu in der Mitte des Körpers (ein wenig vor der Mitte). Jeder Geschlechtsschlauch ist geknickt, der Uterus und das Receptaculum seminis erstrecken sich von der Vagina aus nach vorn oder nach hinten, dann biegt sich der Schlauch am Ausführungsgang des Ovariums um und es läuft das Ovarium in umgekehrter Richtung beziehungsweise nach hinten oder nach vorn. In Fig. 37 ist die Umbiegungsstelle abgebildet; man sieht links das Ovarium, von welchem nur der letzte Theil gezeichnet ist; dasselbe enthält bei dem vorliegenden Exemplar nur ein einziges reifes Ei, während man sonst gewöhnlich mehrere reife Eier findet. Ein kurzer Ausführungsgang (Oviduct) führt vom Ovarium zu dem Re-

ceptaculum seminis, in welchem man eine große Zahl von Spermatozoen sieht. Über dem Receptaculum seminis beobachtet man an dem Ausführungsgang des Ovariums einige größere rundliche Zellen, welche vielleicht Drüsenzellen sind. Unter dem Receptaculum seminis beginnt der Uterus; in der Figur ist von demselben nur das Fach des obersten Eies gezeichnet. Der Uterus ist bei Diplogaster longicauda nur kurz und jeder der beiden Uterusschläuche enthält gewöhnlich zwei bis fünf Eier, selten mehr. Wenn das Ei sich im achtzelligen oder sechzehnzelligen Stadium befindet, wird es meistens aus dem Uterus ausgestoßen, und die im Uterus befindlichen Eier rücken vor, so dass oben Raum frei wird für die Eier, welche aus dem Ovarium in den Uterus übertreten. Bei manchen Individuen trifft man im Uterus Embryonen, welche schon die ganze Furchung durchgemacht haben und schon die erste Form des jungen Wurmes zeigen; es ist dies vermuthlich nur bei älteren Individuen der Fall, bei welchen das Nachrücken der Eier aus dem Ovarium für einige Zeit oder für immer aufgehört hat.

Die Eier treten einzeln aus dem Ovarium heraus und zwar kommt bei Diplogaster longicauda gewöhnlich jedes Ei dreiviertel Stunden bis anderthalb Stunden nach dem vorhergehenden oder noch etwas später, während bei manchen Rhabditis-Species nur eine halbe Stunde vom Austritt eines Eies bis zu dem des nächsten vergeht.

Wenn ein Ei demnächst aus dem Ovarium austreten wird, so bemerkt man an demselben energische Bewegungen; es fragt sich, ob es Eigenbewegungen des Eies sind oder ob Kontraktionen des Endtheiles des Ovariums stattfinden; ich glaube eher das Letztere, denn die Bewegungen erfolgen nicht so langsam wie amöboide Bewegungen, sondern ruckweise wie plötzliche Muskelkontraktionen; ich nehme also an, dass der Endtheil des Ovariums eine feine Muskellage besitzt, welche vor dem Austritt des Eies partielle Kontraktionen zeigt und dann beim Austritt des Eies sich im Ganzen kontrahirt; vermuthlich sind die Muskelfasern sehr fein, da ich sie selbst bei starken Vergrößerungen nicht erkennen konnte. Gleich nach dem Austritt des Eies wird das nächste Ei des Ovariums an seine Stelle vorgeschoben.

Das Ei tritt in den Ausführungsgang zunächst mit einem dünnen Fortsatz über, welcher etwa ein Drittel oder ein Viertel so breit ist als das Ovarialei und rasch bis in das Receptaculum seminis vordringt; sobald er dieses erreicht hat, fließt mit großer Schnelligkeit die ganze übrige Masse des Eies durch den Ausführungsgang nach; da letzterer sich dabei nur in geringem Grade erweitert, so kann die Eisubstanz nur als ziemlich dünner Strang durch denselben hindurchgehen, etwa so wie wenn man eine flüssige Masse durch einen Trichter laufen lässt.

Es ist nicht wahrscheinlich, dass bei solcher starken Formveränderung sich im Ei die relative Anordnung seiner Theile erhalte, ich glaube vielmehr, dass der Eikörper beim Übertritt so zu sagen durch einander gerührt wird[1].

Um in den Uterus zu gelangen, muss das Ei durch das Receptaculum seminis hindurchgehen. Befruchtet wird es wahrscheinlich beim Eintritt in dasselbe; doch habe ich das Eindringen des Spermatozoons nicht beobachten können; ich glaube, dass dasjenige Spermatozoon zur Befruchtung gelangt, welches am nächsten an der Mündung des Ausführungsganges sich befindet; wenn dies richtig ist, so nimmt das Ei im Moment des Eintritts in das Receptaculum seminis das Spermatozoon auf und es ist demnach begreiflich, dass der rasch ablaufende Vorgang nicht leicht zu erkennen ist[2]. Das befruchtete Ei geht neben den Spermatozoen durch das Receptaculum seminis hindurch, wobei die Spermatozoen sich nicht gegen das Ei wenden, also so zu sagen von demselben gar keine Notiz nehmen.

Die Spermatozoen haben im Ruhezustand und im abgestorbenen Zustand eine kugelige Gestalt (Fig. 35 *a*), sie nehmen aber im Receptaculum

[1] Die durch den engen Gang gehende Eimasse mit den Dotterkörnchen gewährt ein ähnliches Bild wie der Sand, welcher durch den engen Theil einer Sanduhr hindurchgeht. — Ein Hindurchfließen des Eies durch einen dünnen Kanal kommt auch bei den Cynipiden vor. Wie Beyerinck beschrieb, ist der Kanal in der Legeröhre dieser Gallwespen sehr fein und geht das Ei in der Weise hindurch, dass es zuerst in den langen feinen Fortsatz der Eihaut, den sogenannten Eistiel, zurücktritt, während der vordere Theil der Eihaut durch die Legeröhre hindurchgeschoben wird. Sobald dieser Theil der Eihaut aus dem unteren Ende der Legeröhre herauskommt, fließt das Ei durch den dünnen Kanal wieder in denselben vor (Beyerinck, Beobachtungen über die ersten Entwicklungsphasen einiger Cynipidengallen. Natuurk. Verhandl. d. K. Akademie zu Amsterdam. Bd. XXII. 1882. p. 23).

[2] Man weiß nur von wenigen Nematoden, wie das Spermatozoon mit dem Ei zusammenkommt. Bei Ascaris megalocephala ist die Befruchtung von mehreren Autoren genau beschrieben worden. Bei Cephalobus rigidus Schn. (= Leptodera rigida Schn. = Cephalobus oxyuris Bütschli) hat Bütschli Folgendes beobachtet. »Das vom Eierstock sich lösende Ei vereinigt sich augenblicklich, sobald es das erste Spermatozoon der Samenblase erreicht, mit demselben, indem es dasselbe mit sich reißend, es lang auszieht. Das Spermatozoon schmiegt sich der Oberfläche des Dotters dicht an und schien bei diesem Objekte schon nach dem Eintritt des Eies in den Uterus vollständig mit dem Dotter verschmolzen zu sein; mit großer Sicherheit ließ sich jedoch konstatiren, dass das Ei auf seinem Durchtritt durch die Samenblase mit keinem weiteren Spermatozoon in Verbindung tritt.« O. Bütschli, Vorläufige Mittheilung über Untersuchungen, betr. die ersten Entwicklungsvorgänge bei Nematoden und Schnecken. Diese Zeitschr. Bd. XXV. 1875. p. 202. — Derselbe, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge etc. Abh. d. Senckenberg. naturf. Gesellschaft. Bd. X. Frankfurt 1876. p. 233.

seminis eine kegelförmige Gestalt an, ähnlich derjenigen der Spermatozoen von Ascaris megalocephala. Der kleine Kern des Spermatozoons liegt in einem Haufen sehr kleiner Körnchen und dieser befindet sich an irgend einer Seite der Kugel, beziehungsweise an der Basis des Kegels (Fig. 35 *b*).

In dem Receptaculum stehen die Spermatozoen so, dass ihr schmales Ende nach der Öffnung des Oviducts hin gerichtet ist, man hat den Eindruck, dass sie sich nach dieser Stelle hindrängen[1]; ich vermuthe dabei eine chemotaktische Reaktion auf einen chemischen Reiz, der von dem reifenden Ei oder von den Zellen des Ausführungsganges ausgeht. Wie schon gesagt, glaube ich, dass dasjenige Spermatozoon, welches am weitesten zum Ausführungsgang des Ovariums vorgedrungen ist, beim Austritt des Eies zur Befruchtung kommt; in Fig. 37 ist ein Spermatozoon weiter in die Mündung des Ausführungsganges eingedrungen als alle anderen; doch schien es mir in anderen Fällen, als ob zwei oder drei Spermatozoen so zu sagen aequo loco an der Mündungsstelle ansäßen. Alle Spermatozoen der ganzen Gruppe zeigen amöboide Bewegung[2]; dieselbe kann Verlängerung, Verkürzung und seitliche Krümmung des Spermatozoons bewirken. Bei günstiger Beleuchtung erkennt man, dass über die Oberfläche des Spermatozoons in der Richtung von vorn nach hinten wellenartig ganz feine Erhebungen hingleiten (Fig. 35 *b*)[3]. Im Inneren des Spermatozoons finden Strömungen des Plasma statt, wie man daraus erkennen kann, dass die Körnchen, welche bei den meisten Spermatozoen in Form von einer oder zwei Reihen aus dem Körnchenhaufen nach vorn reichen (Fig. 37), sich in langsamer Bewegung befinden; manchmal schien es mir, dass sie in der einen Reihe in aufsteigender, in der anderen in absteigender Bewegung begriffen waren. Ich glaube, dass die Außenschicht und die mit Körnchen durchsetzte basale Masse des kegelförmigen Spermatozoons aus dichterem Plasma bestehen als der Innenkegel; ich sah bei günstiger Beleuchtung die Außenschicht gegen die Innenmasse durch einen feinen Kontour abgesetzt (Fig. 35 *b*).

Manchmal findet man in dem Receptaculum seminis zwei Gruppen

[1] Bei Rhabditis teres verhalten sich die Spermatozoen im Receptaculum seminis eben so wie bei Diplogaster longicauda (siehe Fig. 62).

[2] Frühere Autoren haben bei den Spermatozoen verschiedener Nematoden amöboide Bewegungen bemerkt; siehe Schneider, Monographie der Nematoden. p. 279—281.

[3] Zu dieser Figur möchte ich bemerken, dass ich über die richtige Zeichnung des Vorderendes nicht ganz in Sicherheit bin, da man der dichten Häufung der Spermatozoen wegen das Vorderende der einzelnen Samenzelle nur sehr schwer erkennt.

von Spermatozoen; die eine besteht aus kegelförmig gestreckten Spermatozoen wie eben beschrieben, die andere aus runden; die letztere liegt hinter der ersteren; es könnte sein, dass sie von einer zweiten Begattung herrührt, es ist aber auch möglich, dass die runden Spermatozoen zugleich mit den anderen in das Receptaculum gekommen sind und dass sie, der chemotaktischen Wirkung noch nicht unterliegend, die kegelförmige Gestalt noch nicht angenommen haben.

Wenn das Ei in den Uterus eingetreten ist, hat es noch eine unregelmäßige Gestalt; es erhält aber bald eine regelmäßige Form mit ellipsenförmigem Kontour (vgl. Fig. 1 u. 2). Die Eihaut entsteht wahrscheinlich, wenn das Ei die regelmäßige Form annimmt oder erst, wenn es dieselbe angenommen hat; da sie sehr dünn ist, wird sie erst dann erkennbar, wenn der Zwischenraum zwischen der Eihaut und dem Zellkörper auftritt, was dreiviertel Stunden oder nahezu eine Stunde nach dem Eintritt des Eies in den Uterus geschieht. Da die Eihaut, wie ich annehme, erst im Uterus gebildet wird, so ist sie sicherlich ein Abscheidungsprodukt des Eies selbst, denn das Ei steht nur stellenweise mit der Wandung des Uterus in Berührung[1].

Die Eier haben eine Länge von 55 bis 70 und eine Breite von 35 bis 40 Mikromillimeter. Dies sind die Dimensionen der Eihaut; der Zellkörper ist etwas kleiner, nachdem der Zwischenraum zwischen der Eihaut und dem Zellkörper aufgetreten ist. Die Eihaut ist nach beiden Polen hin von gleicher Breite. Als vorderen Pol bezeichne ich denjenigen, welcher gegen das Receptaculum seminis, als hinteren denjenigen, welcher gegen die Vagina und die Geschlechtsöffnung gerichtet ist. Da die beiden Uterusschläuche in umgekehrter Richtung verlaufen (vgl. p. 357), wähle ich die Bezeichnung des vorderen Poles nach der Lage des Eies im Genitalschlauch, nicht nach der Lage des Eies im Wurmkörper. Wir werden später sehen, dass der vordere Pol des Eies keine gesetzmäßige Beziehung zum Vorderende des Embryo hat.

Wenn das Ei in den Uterus gekommen ist, liegt der Eikern in der Nähe der Mitte des Eies, der Spermakern im hinteren Drittel des Eies. Während das Ei die regelmäßige Form annimmt, begiebt sich der Eikern nach dem vorderen Pol des Eies. Genau am vorderen Pol oder in

[1] SCHNEIDER beobachtete, dass die dicke Eihaut von Ascaris megalocephala und anderen Ascaris-Species auch vom Ei abgeschieden wird (SCHNEIDER, Monographie der Nematoden. Berlin 1866. p. 284. — Derselbe, Das Ei und seine Befruchtung. Breslau 1883. p. 6). In demselben Sinne sprach sich CARNOY aus (J. B. CARNOY, La cystodiérèse de l'œuf. La Cellule. Tome III. p. 50).

der Nähe des vorderen Poles kommt es zur Ausstoßung des ersten Richtungskörpers. Nur in seltenen Ausnahmefällen findet die Richtungskörperbildung am hinteren Pole des Eies statt.

Die Bildung des Zwischenraumes zwischen Zellkörper und Eihaut beginnt kurz vor dem Austreten des ersten Richtungskörpers. An verschiedenen Stellen, besonders in der Nähe des vorderen und des hinteren Poles, sieht man den Zellkörper von der Eihaut sich zurückziehen; die so entstandenen kleinen Zwischenräume fließen dann zusammen, während der Zellkörper anfängt amöboide Bewegungen auszuführen. Während so am vorderen und hinteren Pol des Eies ein größerer Zwischenraum entsteht, erscheint am vorderen Pol der erste Richtungskörper; die Stelle, an welcher er hervortritt, ist bei der Entstehung des erwähnten Zwischenraumes noch in Berührung mit der Eihaut und indem der übrige Zellkörper sich zurückzieht, bleibt der Richtungskörper der Eihaut angeklebt. Er hat daher bei seiner Ablösung die Form einer Birne, welche mit ihrer vorderen Fläche der Eihaut anliegt und noch durch einen feinen Stiel mit dem Zellkörper verbunden ist. — Die Ausstoßung des ersten Richtungskörpers und die Bildung des Zwischenraumes zwischen der Eihaut und dem Zellkörper erfolgen bei Diplogaster longicauda 45—60 Minuten nach dem Austritt des Eies aus dem Ovarium.

Die Flüssigkeit, welche den Raum zwischen der Eihaut und dem Zellkörper erfüllt, stammt aus dem Ei selbst. Es enthält nämlich das reife Ei eine große Anzahl heller Blasen oder Vacuolen (Fig. 1 u. 37). Indem diese sich zur Zeit der Bildung des ersten Richtungskörpers an der Eihaut entleeren, entstehen die vorhin erwähnten kleinen Räume zwischen der Eihaut und dem Zellkörper, welche dann zu den größeren Räumen zusammenfließen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass es sich eben so auch bei anderen Nematoden verhält. Hallez hat die Vacuolen an unbefruchteten Eiern von Ascaris megalocephala gesehen und abgebildet[1]. Auerbach hat bei Rhabditis nigrovenosa keine Vacuolen gesehen, aber er schreibt, dass die Flüssigkeit, welche den Raum unter der Eihaut erfüllt, von dem Zellkörper des Eies ausgepresst werde (l. c. p. 191). In ähnlicher Weise spricht sich Leuckart aus in Bezug auf die Eier der Nematoden überhaupt: »Die körnige Substanz, die ursprünglich den ganzen Innenraum des Eies ausfüllte, zieht sich zusammen, so dass zwischen ihr und der Eischale ein heller Zwischenraum entsteht, der bei den ovalen Eiern

[1] Hallez, Recherches sur l'embryogénie de quelques Nématodes. Mémoires de la société des sciences de Lille. 4. Série. T. XV. 1886. Fig. 89 u. 90.



an den Polen am merklichsten ist[1].« Bütschli hat den Vorgang am besten erkannt; wie er für Rhabditis dolichura Schn. angiebt, »zeigen die im unteren Ende des Ovariums liegenden Eier neben dem großen Kern eine bedeutende Anzahl heller Bläschen, die ähnlich wie Kerne aussehen«; »sobald jedoch die Eier in den Uterus übergetreten sind, werden diese hellen Bläschen aus dem Dotter ausgestoßen und bilden dann ohne Zweifel die helle Flüssigkeit, die sich zwischen dem Dotter und der entstandenen zarten Eischale findet«[2].

Ich will hier noch zwei einzelne Fälle erwähnen, welche interessante Abnormitäten darstellen; es ist ein Ei, welches unbefruchtet geblieben war und ein anderes Ei, welches keinen Eikern hatte. Wie diese beiden Fälle zeigen, gilt für die vorliegende Species (Diplogaster longicauda) Folgendes: Ein Ei ohne Spermatozoon bildet die Eihaut nicht, nimmt keine regelmäßige Gestalt an und entleert die Vacuolen nicht; ein Ei ohne Eikern, welches ein Spermatozoon aufgenommen hat, bildet die Eihaut, nimmt die regelmäßige ovale Gestalt an und entleert die Vacuolen, entwickelt sich aber nicht weiter.

Ich beobachtete einmal ein Ei, welches eben in den Uterus übergetreten war und in welchem ich nichts von einem Spermatozoon erkennen konnte. Der Eikern war deutlich zu sehen und nahm im Verlauf der nächsten Viertelstunde eine ellipsenförmige Gestalt an, wie es normal ist; denn es bezeichnet dies den Beginn der Bildung der Richtungsspindel. Von jetzt an blieben aber die normalen Vorgänge ganz aus; der Eikern stieg nicht nach dem oberen Pol hin auf, sondern verblieb im Inneren, er bekam in der nächsten halben Stunde allmählich eine etwas unregelmäßige bohnenähnliche Gestalt und war späterhin nicht mehr zu erkennen. Das Ei erhielt nicht die normale regelmäßige Gestalt, sondern nahm allmählich unregelmäßige Formen an. Die Vacuolen, deren Inhalt sich bei normalen Eiern in den Zwischenraum zwischen der Eihaut und dem Zellkörper ergießt, entleerten sich nicht, sondern blieben im Ei. Eine Eihaut war nicht zu erkennen. Nach vier und einer halben Stunde wurde das Ei aus dem Uterus ausgestoßen; es besaß zu dieser Zeit eine unregelmäßige Gestalt und enthielt noch die Vacuolen. Nachdem das Ei aus dem Wurm herausgekommen war, quoll es ein wenig auf und die Vacuolen waren nicht mehr zu sehen.

[1] R. Leuckart, Die menschlichen Parasiten. Bd. II. Leipzig und Heidelberg 1876. p. 89.

[2] Bütschli, Beiträge zur Kenntnis der freilebenden Nematoden. Nova Acta. Bd. XXXVI. 1873. p. 101.

Ich bin der Ansicht, dass das Ei unbefruchtet war und dass dieser Umstand allein das anormale Verhalten des Eies bedingte; denn sowohl das im Uterus vorhergehende Ei als auch das nachfolgende zeigten eine normale Entwicklung. Ich schließe also aus diesem Falle, dass, wenn der Spermakern fehlt, bei dem Ei dieser Species folgende Vorgänge ausbleiben: die Bewegung der ersten Richtungsspindel zum vorderen Pol des Eies, die Bildung der normalen ellipsoidischen Gestalt des Eies, die Abscheidung der Eihaut, die Entleerung der Vacuolen[1], die Bildung der Richtungskörper. Ähnlich, aber nicht ganz gleich verhält sich das unbefruchtete Ei von Ascaris megalocephala; wie HALLEZ von demselben angiebt, wird kein Richtungskörper gebildet, der Eikern ist schwer erkennbar, die Eihaut hebt sich nicht ab, von den beiden Schichten der Eihaut ist nur eine, die äußere, vorhanden und die innere wird nicht gebildet[2]. Einen interessanten Versuch über das Verhalten unbefruchteter Nematodeneier hat BÜTSCHLI angestellt[3]. Von Rhabditis teres Schn. und Rhabditis pellio Schn. setzte er junge Individuen jedes für sich in ein Tröpfchen Eiweiß. Als die Thiere geschlechtsreif geworden waren, füllte sich der Uterus reichlichst mit unbefruchteten Eizellen, die aber sämmtlich keine Weiterentwicklung zeigten. »Das Keimbläschen (und bei Rhabditis teres auch der Keimfleck) erhielt sich ohne irgend welche Veränderung und fing erst an undeutlich zu werden, wenn die Dottermasse selbst deutliche Zeichen des Zugrundegehens durch fettige Degeneration aufwies.« Bei Rhabditis teres konnte BÜTSCHLI an den unbefruchteten Eiern keine Spur einer Dotterhaut finden, beim Übertritt in Wasser zerflossen sie, ohne dass sich irgend

[1] Da bei der vorliegenden Species die Befruchtung dazu nothwendig ist, dass sich der Zwischenraum zwischen der Eihaut und dem Zellkörper entwickelt, so will ich beiläufig erwähnen, dass es sich beim Ei des Herings nach den Beobachtungen von KUPFFER eben so verhält, obgleich dort die Flüssigkeit, welche den Raum ausfüllt, unter Eindringen von Wasser sich bildet (C. KUPFFER, Die Entwicklung des Herings, Jahresbericht der Kommission zur wissensch. Untersuchung der deutschen Meere. Jahrgang IV—VI. 1878. p. 180). Jedoch gilt dies nicht für alle Knochenfische; z. B. beim Lachs entsteht der erwähnte Zwischenraum auch beim unbefruchteten Ei, sobald dasselbe einige Zeit im Wasser liegt. Dasselbe gilt nach REIGHARD für das Ei von Stizostedion vitreum Mitch. (»Wall-eyed Pike«). REIGHARD giebt von diesem Fische an, dass, wenn Wasser durch die Eihaut eindringt, aus der Rindenschicht des Eies viele Tropfen einer eiweißartigen Flüssigkeit austreten; die so entstandene Flüssigkeitsschicht zwischen der Eihaut und dem Eie nimmt dann durch Osmose noch mehr Wasser auf (J. REIGHARD, The ripe eggs and the spermatozoa of the Wall-eyed Pike, Tenth Biennal Report of the State Board of Fish-Commissioners 1890—1892. Lansing, U. S. A. 1893. p. 117).

[2] HALLEZ, l. c. p. 10.

[3] BÜTSCHLI, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle. Abhandl. d. SENCKENBERG. Naturf. Gesellschaft zu Frankfurt. Bd. X. 1876. p. 112.

etwas von einer Hülle zeigte; »bei Rhabditis pellio hingegen wurde ein zartes den Dotter überziehendes Häutchen deutlich«. SCHNEIDER berichtet, dass bei unbefruchteten Individuen von Ascaris megalocephala, mystax und lumbricoides, Filaria papillosa, Leptodera appendiculata die Eier sich im Uterus ansammeln und ohne Entwicklungserscheinungen einfach zu Grunde gehen [1]; nur von Cucullanus elegans sagt er, dass sich an unbefruchteten Eiern die Dotterhaut abhebe und eine Art Furchungsprocess eintrete; Cucullanus würde demnach eine auffallende Ausnahme bilden und man muss die Beobachtung nachprüfen, besonders da SCHNEIDER den baldigen Untergang der Furchungskugeln feststellte und da man wohl vermuthen kann, dass es sich in diesem Fall entweder um amöboide Bewegung oder um eine Zerfallserscheinung, aber nicht um wirkliche Furchung handelte.

In einem anderen Fall fehlte dem Ei der Eikern. Es blieb nämlich beim Austritt des Eies aus dem Ovarium ein Theil des Eies zurück, welcher den Eikern enthielt; die übertretende Eimasse riss ab, offenbar weil der Wurm stark gedrückt und folglich der Ausführungsgang etwas komprimirt war. Der kernhaltige Rest des Eies, welcher im Ovarium zurückgeblieben war und ungefähr ein Fünftel oder Sechstel der ganzen Eimasse betrug, erfuhr im Verlauf der nächsten Stunden keinerlei Veränderung. An dem in den Uterus eintretenden Theil aber beobachtete ich Folgendes. Man konnte mit ziemlicher Sicherheit ein Spermatozoon in demselben erkennen; das Eindringen des Spermatozoons scheint also in der normalen Weise stattgefunden zu haben. Das Ei nahm allmählich die normale ellipsoidische Gestalt an, die Eihaut wurde gebildet, aber die Ausbildung des Zwischenraumes zwischen der Eihaut und dem Zellkörper war etwas verzögert; im Verlauf der zweiten Stunde zog sich der Zellkörper an einigen Stellen von der Eihaut zurück und zeigte nun ein bis zwei Stunden hindurch ganz langsame amöboide Bewegungen; es war aber nur am oberen Pole des Eies ein Zwischenraum zwischen der Eihaut und dem Zellkörper vorhanden; vier Stunden nach dem Eintritt des Eies in den Uterus war der Zellkörper ruhig geworden und hatte eine ellipsoidische Gestalt; der Spermakern war nicht zu sehen, er war also wahrscheinlich klein geblieben und hatte sich nicht, wie es normal geschieht, durch Aufnahme von Flüssigkeit (Kernsaft) zu einem großen scharfbegrenzten und deutlich sichtbaren Körper entwickelt [2]. Im Laufe der folgenden fünf Stunden konnte ich keine

[1] SCHNEIDER, Monographie der Nematoden. Berlin 1866. p. 285.

[2] Ich hätte vielleicht genauere Angaben über das Verhalten des Spermakernes machen können, wenn die Beobachtung nicht in so ungünstige Zeit gefallen wäre; der Austritt des Eies erfolgte nämlich am 24. December Abends um 4 Uhr 20 Min.,

weitere Veränderung bemerken, abgesehen davon, dass der am oberen Pol zwischen der Eihaut und dem Zellkörper befindliche Zwischenraum allmählich verschwand, was also auf eine Quellung des Zellkörpers hinweist. In diesem Zustande blieb das Ei regungslos während der folgenden vier bis fünf Stunden; es war also offenbar ein Stillstand der Entwicklungsvorgänge eingetreten, und dieser kann nicht auf äußere Umstände zurückgeführt werden, da bis dahin die Durchströmung des Apparates nicht unterbrochen war und die anderen im Uterus des betreffenden Wurmes enthaltenen Eier unterdessen sich normal weiter entwickelten. Etwa zwölf Stunden nach dem Eintritt des Eies in den Uterus ging in dem Zuflussgefäß der Durchströmung das Wasser aus und als ich einige Stunden später wieder an die Beobachtung ging, war das Ei noch genau in demselben Zustande wie vorhin beschrieben; bei erneuter Durchströmung wurde das Ei mitsammt der Eihaut an verschiedenen Stellen eingebuchtet und verblieb dann in der so entstandenen anormalen Form.

Ich schließe aus diesen Beobachtungen, dass im Falle das Ei ein Spermatozoon aufgenommen hat, der Eikern nicht nothwendig ist zur Bildung der Eihaut, zur Entleerung der Vacuolen und der Bildung des Zwischenraumes zwischen der Eihaut und dem Zellkörper und zur Einleitung der amöboiden Bewegungen; doch sind beim Fehlen des Eikerns diese Vorgänge etwas verzögert und das Ei bleibt dann bald in der Entwicklung stehen. Da die genannten Vorgänge, wie wir oben gesehen haben, beim unbefruchteten Ei ausbleiben, so ergiebt sich, dass das Spermatozoon nahezu unabhängig vom Eikern diese Vorgänge hervorruft.

Wir sehen, dass das Ei der vorliegenden Species sich ohne Eikern nicht entwickelt. Dies war von vorn herein wahrscheinlich und man hätte wohl kaum etwas Anderes gedacht, wenn nicht Boveri behauptet hätte, dass bei der Bastardirung von Seeigeln Eifragmente ohne Eikern zur Entwicklung kommen können; freilich ist die Richtigkeit dieser Beobachtung durch die neueren Untersuchungen von Seeliger und Morgan zweifelhaft geworden[1].

bei einem Wurme, welcher schon seit dem Vormittage zur Beobachtung gedient hatte; es wurde dann bald dunkel und bei der künstlichen Beleuchtung kann man bekanntlich die im Inneren eines dotterhaltigen Zellkörpers gelegenen Gebilde viel weniger gut beobachten.

[1] Boveri, Ein geschlechtlich erzeugter Organismus ohne mütterliche Eigenschaften. Berichte der Ges. f. Morph. u. Phys. zu München. 1889. — Seeliger, Giebt es geschlechtlich erzeugte Organismen ohne mütterliche Eigenschaften? Archiv für Entwicklungsmechanik. Bd. I. 1894. — T. H. Morgan, The Fertilisation of non-nucleated Fragments of Echinoderm-Eggs. Arch. f. Entwicklungsmech. II. Bd. 1895.

III. Von dem Austritt des ersten Richtungskörpers bis zur Vereinigung der beiden Geschlechtskerne.

Wenn der Zwischenraum zwischen der Eihaut und dem Zellkörper gebildet ist, beginnen die amöboiden Bewegungen des Eies; es entstehen Vorwulstungen und Auswüchse an dem Zellkörper, welche fortwährend ihre Form wechseln; wie man es bei den Pseudopodien einer Amöbe zu sehen gewöhnt ist, bemerkt man manchmal an solchen Auswüchsen bei ihrem Hervortreten einen klaren körnerfreien Saum. Während der äußeren Formveränderungen des Zellkörpers sind im Inneren desselben Strömungen vorhanden und durch diese können die beiden Geschlechtskerne von ihrer Stelle weggeführt werden; manchmal nähert sich der Eikern der Mitte des Eies und kehrt dann wieder an den oberen Pol zurück; aber meistens entfernt er sich vor der Bildung des zweiten Richtungskörpers nicht weit vom oberen Pol. Der Spermakern liegt während der Bildung des ersten Richtungskörpers in der hinteren Hälfte des Eies, meist am Anfang des letzten Drittels der Länge des Eies; er wird während der amöboiden Bewegungen des Eies manchmal bis zur Mitte des Eies vorgeschoben. Die Kerne sind in dieser Periode nicht deutlich und scharf zu sehen und desshalb in den Figuren ohne Kontour gezeichnet (Fig. 4—6).

Die Zeit, welche zwischen dem Austritt des ersten und dem Austritt des zweiten Richtungskörpers liegt, beträgt etwa $^3/_4$ Stunden.

Bei der Bildung des zweiten Richtungskörpers tritt die Richtungsspindel ganz nahe an die Oberfläche; manchmal geschieht dies gerade am vorderen Pol (häufig in einem hier hervortretenden Auswuchs), manchmal geschieht es mehr seitlich, aber auf jeden Fall doch in der Nähe des vorderen Poles (Fig. 7—9). Es ist manchmal schwer, den hervortretenden Richtungskörper von den vergänglichen amöboiden Auswüchsen der Zelle zu unterscheiden.

Nur in seltenen Ausnahmefällen findet die Bildung beider Richtungskörper am hinteren Pole des Eies statt, also an demjenigen Pol, welcher vom Receptaculum seminis abgewendet ist.

Nach der Ausstoßung des zweiten Richtungskörpers finden weiterhin fortwährend langsame amöboide Bewegungen des Zellkörpers statt, sie hören erst dann auf, wenn die erste Furchungsspindel sich ausbildet; man sieht die Formveränderungen des Zellkörpers an Fig. 10—28.

Da ich die amöboiden Bewegungen zuerst an etwas komprimirten Eiern beobachtete, so dachte ich Anfangs, dass sie vielleicht durch die Kompression veranlasst seien; aber ich habe mich dann durch viel-

fache Beobachtung überzeugt, dass die amöboiden Bewegungen eine ganz normale Erscheinung sind[1]. AUERBACH hat die amöboiden Bewegungen des Zellkörpers gerade an nicht gedrückten Eiern gesehen und hat sie ebenfalls für eine normale Erscheinung gehalten[2]. BÜTSCHLI beobachtete die amöboiden Bewegungen des Zellkörpers bei mehreren Arten der Gattung Diplogaster, bei Rhabditis dolichura, bei Oxyuris Diesingi und bei Tylenchus pellucidus Bast.; bei letztgenannter Species sind die amöboiden Bewegungen überaus lebhaft, obgleich die Entwicklung bei dieser Art langsam vor sich geht und die erste Theilung erst 24 Stunden nach der Eiablage erfolgt[3].

Bald nach der Bildung des zweiten Richtungskörpers zeigen die beiden Geschlechtskerne eine ganz runde Gestalt und ihr Kontour wird scharf und deutlich erkennbar (Fig. 13 u. ff.)[4]. Dann nehmen die beiden Kerne bis zur Zeit des Zusammentreffens noch beträchtlich an Größe zu.

Über die Bewegungen der Geschlechtskerne hat AUERBACH berichtet, dass bei Rhabditis nigrovenosa die beiden Geschlechtskerne an den beiden Polen des Eies auftreten und sich meistens in gerader Linie gegen einander bewegen, so dass sie sich ungefähr in der Mitte

[1] Nicht allein bei Nematoden, sondern auch bei manchen anderen Thieren kommen bekanntlich in der Zeit vom Eindringen des Spermatozoons bis zur ersten Theilung des Eies lebhafte amöboide Bewegungen vor; insbesondere bei durchsichtigen Eiern von Knochenfischen sind dieselben von vielen Autoren gesehen und von RANSOM an befruchteten Eiern von Gasterosteus leiurus und pungitius genauer beobachtet worden (H. W. RANSOM, Observations on the ovum of osseous fishes. Philosophical Transactions. Vol. CLVII. 1868. p. 463 f.). Bei solchen Knochenfischen, bei welchen am unbefruchteten Ei der Zwischenraum zwischen der Eihaut und dem Zellkörper sich ausbildet, finden auch am unbefruchteten Ei eine Zeit lang amöboide Bewegungen statt, wie VAN BAMBEKE bei Tinca vulgaris konstatirt hat (VAN BAMBEKE, Recherches sur l'embryologie des poissons osseux. Mém. cour. et mém. des sav. étr. publiés par l'Académie R. de Belgique. T. XL. Bruxelles 1876. p. 4).

[2] AUERBACH, l. c. p. 209. Die Abbildungen 2—7 von AUERBACH sind nach komprimirten Eiern gezeichnet und zeigen daher nichts von den amöboiden Bewegungen des Zellkörpers, welche bei Rhabditis nigrovenosa in ganz ähnlicher Weise wie bei Diplogaster longicauda ablaufen.

[3] BÜTSCHLI, Beiträge zur Kenntnis der freilebenden Nematoden. Nova acta d. K. Leop.-Carol.-Akademie. Bd. XXXVI. 1873. p. 101 u. 102. — BÜTSCHLI, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle. Abhandl. d. SENCKENBERGschen naturf. Gesellschaft. Bd. X. 1876. p. 235, und Taf. II.

[4] BOVERI hat bei Ascaris megalocephala die allmähliche Ausbildung der Geschlechtskerne genau verfolgt und berichtet eingehend über die Entwicklung des Chromatingerüstes, das Auftreten der Membran und das Anwachsen der Kerne (BOVERI, Zellen-Studien. Jenaische Zeitschr. Bd. XXII. 1888. p. 701—726, und Taf. XIX).

des Eies treffen; freilich beschreibt er auch mehrfache Variationen; so sagt er, dass in einzelnen Fällen die Vereinigung der Kerne in der hinteren Hälfte des Eies stattfindet und dass die Kerne bei ihrer Bewegung gegen einander sich verfehlen können; auch sei der Ursprung der beiden Kerne nicht immer genau an den Polen gelegen (l. c. p. 215).

Bei Diplogaster longicauda erfolgt das Zusammenkommen der Kerne in sehr variabler Weise; die verschiedenen Ortsveränderungen der Kerne müssen eingehend erörtert werden, denn es hat sich herausgestellt, dass bei Diplogaster longicauda von den Bewegungen der Kerne die Orientirung des entstehenden Embryo abhängt; je nachdem die Kerne in der vorderen oder in der hinteren Hälfte des Eies zusammentreffen, ist das Vorderende des entstehenden Embryo nach dem Hinterende, beziehungsweise Vorderende des Eies gerichtet[1] (s. p. 392).

Da die Richtungskörper in der Regel am vorderen Pole des Eies gebildet werden und folglich der weibliche Geschlechtskern nach der Bildung des zweiten Richtungskörpers sich in der Nähe des vorderen Poles befindet und da der Spermakern zu dieser Zeit in der Mitte des Eies oder in der hinteren Hälfte nahe an der Mitte des Eies liegt, so möchte man denken, dass die Vereinigung der Kerne in der vorderen Hälfte des Eies erfolge; dies trifft in einzelnen Fällen zu, aber viel häufiger kommen die Kerne in der hinteren Hälfte des Eies, etwa am Ende des zweiten Drittels der Länge oder ganz am hinteren Ende des Eies zusammen.

Es findet also nicht einfach ein Gegeneinanderrücken der beiden Kerne statt; man sieht die Kerne meist mannigfache unerwartete Bewegungen ausführen, ehe sie sich zusammenlegen. Es handelt sich hier wahrscheinlich nicht um aktive Bewegungen der Kerne, sondern die Kerne werden durch die im Ei stattfindenden Strömungen umhergeführt. Wie schon oben gesagt wurde, macht der Zellkörper des Eies zu dieser Zeit lebhafte amöboide Bewegungen; an der Oberfläche des Zellkörpers sieht man amöboid sich bewegende flache oder runde Hervorragungen, und mit diesen an der Oberfläche sich zeigenden Bewegungen hängen natürlich Strömungen im Inneren zusammen, welche verschiedenartige Bewegungen der Kerne herbeiführen können. Manchmal sieht man, dass die Kerne in geringer Entfernung von einander sich gleichzeitig nach hinten oder nach vorn be-

[1] Ich habe als vorderes Ende des Eies dasjenige bezeichnet, welches dem Receptaculum seminis zugewandt ist; bei dem auf Fig. 37 abgebildeten Eie stehen die Kerne im Begriff, in der vorderen Hälfte des Eies zusammenzukommen; man vergleiche das umgekehrte Bild Fig. 20.

wegen, manchmal entfernen sich die schon nahe beisammen liegenden Kerne wieder von einander, um dann später erst zusammenzukommen, manchmal geht der eine Kern neben dem anderen vorbei und bewegt sich dann erst nach ihm hin. Bei den verschiedenartigen Befunden glaubte ich zuerst, dass man gar keine Gesetzmäßigkeit in der Bewegung der Kerne erkennen könne; aber beim Vergleich vieler Fälle zeigte sich öfters ein übereinstimmender Verlauf, so dass man für die Bewegung der Kerne einige Typen aufstellen kann, die ich nun beschreiben will. Ich bespreche zuerst einen Fall, bei welchem die Kerne in der hinteren Hälfte des Eies zusammenkamen.

Häufig bewegen sich die Kerne so, wie es die Figuren 11—20 zeigen, welche die Vorgänge bei demselben Eie in ihren successiven Phasen darstellen. Diese Bilder geben auch eine Vorstellung von den amöboiden Bewegungen; es wurde fast immer nach fünf Minuten wieder eine Zeichnung gemacht und die Zeiten sind bei den einzelnen Stadien angeschrieben; es sind nicht einmal alle die amöboiden Formveränderungen zur Darstellung gekommen, da sich das Bild von Minute zu Minute ändert.

Im vorliegenden Fall befand sich der Spermakern zur Zeit der Bildung des zweiten Richtungskörpers am Anfang des hintersten Viertels des Eies; er wurde dann nach der Mitte des Eies hin verschoben, welcher sich von vorn her auch der weibliche Geschlechtskern näherte (Fig. 11—14); die Kerne trafen aber nicht in der Mitte des Eies zusammen, sondern wurden mit einander nach hinten verschoben und kamen am hinteren Ende des Eies zur Berührung. Währenddessen ist bei den amöboiden Bewegungen des Zellkörpers eine Einschnürung entstanden, welche den Zellkörper in einen vorderen und einen hinteren Theil zerlegt (Fig. 20). Der hintere Theil des Zellkörpers, welcher die Kerne enthält, nimmt eine rundliche Form an und zeigt keine amöboiden Hervorragungen mehr, während am vorderen Theil, der wie ein Auswuchs erscheint, lebhafte amöboide Bewegung stattfindet; doch ist auch der hintere Theil des Zellkörpers nicht ganz in Ruhe, wie aus der Lageveränderung der sich berührenden Kerne geschlossen werden kann (Fig. 20—23). Der hintere Theil des Zellkörpers wird immer größer und der vordere Theil immer kleiner, bis letzterer schließlich in dem ersteren ganz aufgeht (Fig. 21—28); die Dotterkörnchen ziehen sich früher aus dem vorderen Theil zurück als das klare Protoplasma und folglich erscheint der letzte Rest des Auswuchses ganz klar und es bleibt eine helle Stelle da wo dieser Rest mit dem übrigen Zellkörper zusammenfloss; es geht daraus der helle Saum hervor, welcher bei der Zweitheilung am vorderen Rand der vorderen Zelle zu sehen ist

(Fig. 39—42). Von den Vorgängen, welche unterdessen an den Kernen sich abgespielt haben, von der gegenseitigen Abplattung derselben, dem Auftreten der Attraktionssphären, der Entstehung der Spindel und der Drehung der Spindel wird später die Rede sein.

Man sieht, dass der Zellkörper zur Zeit der Zusammenlagerung der Kerne so eigenthümliche merkwürdige Formen annimmt, dass man leicht glauben könnte, dieselben seien nicht normal; in der That habe ich Anfangs Eier von so auffallendem Aussehen für anormal gehalten und nicht weiter beachtet; dieser Irrthum war eine Zeit lang für den Fortgang der Untersuchung ein Hemmnis, da ich in Folge desselben oft die gute Gelegenheit zur weiteren Beobachtung unbenutzt vorübergehen ließ; aber es kann kein Zweifel mehr bestehen, dass diese Bilder vollkommen normal sind; denn sie kehren stets regelmäßig wieder, sie treten in ganz ähnlicher Weise auch bei anderen Species auf, und stets geht die Entwicklung dann in normaler Weise weiter[1].

Wenn die Kernspindel sich ausbildet, nimmt der Zellkörper allmählich eine regelmäßige Form an, und die amöboiden Bewegungen hören auf. Wenn sich die Kernspindel in die Länge streckt, hat der Zellkörper eine ganz regelmäßige ellipsoidische Gestalt; sehr bald darauf nimmt er die biskuitförmige Gestalt an und es beginnt so die Theilung der Zelle (Fig. 29 und 30).

Aus den Bildern Fig. 20—28 erkennt man, dass der Zellkörper sehr deutlich polar differenzirt ist, sobald die Kerne sich in die hintere Hälfte des Eies begeben haben; die Verschiedenheit der vorderen und hinteren Hälfte erhält sich und tritt wieder bei der Zweitheilung hervor, indem die vordere Zelle die größere wird; diese Zelle theilt sich dann zuerst und aus ihren Abkömmlingen wird das Ektoderm. Da alle meine Beobachtungen dafür sprechen, so glaube ich, dass diese

[1] Ähnliche Bilder wie meine Fig. 20—23 hat Bütschli bei Diplogaster similis gesehen (O. Bütschli, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle etc. Abhandl. d. Senckenberg'schen naturf. Gesellschaft. Bd. X. Frankfurt 1876. Taf. II, Fig. 11 u. 12).

Bei den befruchteten Eiern einer Bryozoe, Hypophorella expansa Ehl. hat Ehlers sehr auffallende amöboide Formveränderungen des Zellkörpers beobachtet (Abhandl. d. K. Gesellschaft der Wiss. zu Göttingen. Bd. XXI. 1876. p. 70); es traten helle dotterfreie Auswüchse an dem Zellkörper hervor, welche ihre Gestalt von Minute zu Minute wechselten und dann in eine helle Masse zusammenflossen; später ergaben sich Bilder, welche meinen Fig. 22—25 ähnlich sind, und darauf ging das Ei wieder in die Kugelgestalt über. Es ist wohl möglich, dass diese amöboiden Formveränderungen des Bryozoeneies eben so wie diejenigen der Nematodeneier zu den normalen Entwicklungserscheinungen gehören.

Gesetzmäßigkeit ohne Ausnahme gültig ist. Wir werden später sehen, dass die Polarität umgekehrt ist, wenn die Kerne in der vorderen Hälfte des Eies zusammenkommen; vorerst will ich aber noch einen anderen Fall besprechen, in welchem die Kerne ebenfalls in der hinteren Hälfte des Eies zusammentrafen, bei welchem aber die Art ihrer Bewegung einen anderen Typus darstellt[1].

In diesem Falle begab sich der Spermakern an das hintere Ende des Eies, bis er dort die Oberfläche des Eies berührte; der weibliche Geschlechtskern blieb unterdessen ganz ruhig im vorderen Drittel des Eies; es entstand dann durch amöboide Bewegung des Zellkörpers eine tiefe Einschnürung etwa am vorderen Ende des hintersten Viertels des Eies und diese Einschnürung theilte das Ei in einen kleinen hinteren und einen großen vorderen Theil; da dann die Einschnürung sich nach vorn verschob, wurde der hintere Theil größer, der vordere kleiner; indem die Einschnürung am weiblichen Geschlechtskern vorbeiging, kam letzterer in den hinteren Theil des Eies zu liegen und näherte sich dann ziemlich rasch dem Spermakern, ohne dass der letztere ihm entgegenkam. Zu dieser Zeit erschien der vordere Theil des Zellkörpers als ein eben solcher Auswuchs, wie wir ihn an Fig. 20—25 sahen. Während dieser Auswuchs allmählich eingezogen wurde, legten sich die beiden Geschlechtskerne an einander und es wurde durch das Sichtbarwerden der Attraktionssphären die Bildung der Spindel eingeleitet. Die beiden Kerne entfernten sich jetzt ein wenig vom hinteren Rande und wurden dann undeutlich, indem sich die Spindel ausbildete; die junge Spindel drehte sich allmählich in die Richtung der Längsachse des Eies und verschob sich so weit nach vorn, bis sie in der Mitte stand; unterdessen wurde der Auswuchs am vorderen Ende des Eies ganz eingezogen, das Ei nahm eine regelmäßige ovale Form an, die Kernspindel streckte sich in die Länge und es begann die Zweitheilung des Zellkörpers; von den beiden neuen Zellen war die vordere die größere, wie in dem vorhin beschriebenen Falle.

Ich will jetzt einen Fall besprechen, bei welchem die Kerne in der vorderen Hälfte des Eies zusammenkamen. Der Spermakern lag zur Zeit der Ausstoßung des zweiten Richtungskörpers gerade hinter der

[1] Zum besseren Verständnis der folgenden Beschreibung wolle man zuerst die Figuren 61 *a* bis *e* betrachten, welche sich auf eine Rhabditis-Species beziehen, die ich wegen des Mangels der Männchen nicht bestimmen konnte. In Fig. 61 *b* ist das Ei durch eine Einschnürung in zwei Theile getheilt, von denen der vordere den weiblichen, der hintere den männlichen Geschlechtskern enthält. Der vordere Theil wird immer kleiner, während die Kerne im hinteren Theile zusammenkommen (Fig. 61 *b* bis *d*); nach der Vereinigung der Geschlechtskerne folgt die Theilung der Zelle (Fig. 61 *e*).

Mitte des Zellkörpers; er bewegte sich nach vorn und näherte sich dem Eikern, welcher sich nur wenig vom vorderen Ende des Zellkörpers entfernte; die beiden Kerne kamen dann im vordersten Viertel der Zelle zur Berührung und ungefähr zur gleichen Zeit entstand etwa in der Mitte des Zellkörpers eine Einschnürung, welche die Zelle in einen vorderen und einen hinteren Theil zerlegte (Fig. 37); der vordere wurde immer größer, der hintere wurde allmählich kleiner und erschien als ein eben solcher Auswuchs, wie wir ihn an den Fig. 20—25 gesehen haben. Dieser Auswuchs floss mit dem übrigen Zellkörper zusammen und bei der dann folgenden Theilung war diejenige Theilzelle die größere, welche auf der Seite des Auswuchses, also in der hinteren Hälfte des Eies lag; diese größere Zelle theilte sich dann auch zuerst.

In einem anderen ähnlichen Falle, bei welchem die Kerne ebenfalls in der vorderen Hälfte des Eies zusammenkamen, bewegte sich der Spermakern bis an das Vorderende des Zellkörpers und ging dabei an dem Eikern vorbei; der Eikern, welcher sich unterdessen eine Strecke weit vom vorderen Ende entfernt hatte, kehrte um und bewegte sich gegen den Spermakern, so dass er nahe am vorderen Ende des Zellkörpers mit ihm zusammenkam. Die folgenden Vorgänge verliefen genau so wie im vorigen Falle und wie dort war bei der Theilung die hintere Theilzelle die größere.

Manchmal kommt es vor, dass beide Geschlechtskerne sich zuerst nach der Mitte des Eies hin begeben und dann mit einander (ohne zusammenzustoßen) nach dem vorderen Ende sich bewegen, eben so wie sie in einem früher besprochenen Falle (Fig. 16—20) mit einander nach dem hinteren Ende gingen.

Wie die angeführten Beobachtungen zeigen, verläuft die Bewegung der Kerne in so mannigfaltiger Weise, dass es schwer ist eine allgemeingültige Gesetzmäßigkeit zu erkennen. N a c h d e m A u s t r i t t d e s z w e i t e n R i c h t u n g s k ö r p e r s l i e g t d e r w e i b l i c h e G e s c h l e c h t s k e r n a m V o r d e r e n d e d e s Z e l l k ö r p e r s, d e r S p e r m a k e r n e t w a s h i n t e r d e r M i t t e. M e i s t e n s b e w e g e n s i c h d i e b e i d e n K e r n e g e g e n d i e M i t t e d e s E i e s. Jedoch beruht dies offenbar nicht auf wechselseitiger Anziehung der Kerne; es geschieht nicht gleichzeitig von Seiten der beiden Kerne und w e n n s i c h d i e K e r n e d e r M i t t e d e s E i e s g e n ä h e r t h a b e n, s o k o m m e n s i e d o c h n i c h t h i e r z u s a m m e n, s o n d e r n b e w e g e n s i c h d a n n b e i d e (o h n e z u r B e r ü h r u n g z u k o m m e n) i n d e n v o r d e r e n o d e r i n d e n h i n t e r e n T h e i l d e s E i e s. Wie schon oben gesagt wurde, kann es auch geschehen, dass der Spermakern nahe an dem Eikern vorbeigeht, was nicht wohl möglich wäre,

wenn die Kerne sich anziehen würden. Ich glaube also, dass die Bewegungen der Kerne zunächst nicht durch wechselseitige Anziehung bedingt sind[1]; erst wenn die beiden Kerne sich dem einen Pole genähert haben oder wenn der Spermakern an einem Pol angekommen ist, dann scheinen die beiden Kerne sich anzuziehen und treffen zusammen. Wenn der Spermakern ganz an der Peripherie des Zellkörpers liegt, so bewegt er sich gar nicht dem Eikern entgegen, sondern der letztere kommt zu ihm hin.

Wie die beschriebenen Fälle zeigen, liegt die größere Zelle des zweizelligen Stadiums an demjenigen Pole, wo sich der Auswuchs befand; diese größere Zelle ist die animale Zelle und theilt sich früher als die vegetative. Es ergiebt sich also die Beobachtung: Je nachdem die beiden Geschlechtskerne in der hinteren oder in der vorderen Hälfte des Eies zusammenkamen, liegt die animale Zelle des zweizelligen Stadiums beziehungsweise in der vorderen oder in der hinteren Hälfte.

Nicht bei allen Nematoden verlaufen die Bewegungen der Kerne in so variabler Weise; bei manchen Nematoden sind die amöboiden Bewegungen des Zellkörpers bedeutend weniger lebhaft und von kürzerer Dauer, und demgemäß ist auch die Bewegung der Kerne eine einfachere; bei manchen Species findet in der That nur ein Gegeneinanderrücken der Kerne statt. Dieses verschiedene Verhalten der Species ist schon von Bütschli beobachtet worden: »Die Wanderungen, welche die Kerne sogleich nach ihrer Bildung innerhalb des Dotters beginnen, sah ich immer zur Vereinigung derselben führen, doch nur bei Cephalobus rigidus (Cephalobus oxyuris Bütschli = Leptodera rigida Schneider) marschirten die Kerne gewöhnlich in gerader Linie von beiden Polen auf einander zu, um sich im Centrum zu vereinigen; bei den übrigen Versuchsthieren (Rhabditis dolichura, Diplogaster) fanden viel unregelmäßigere Wanderungen im Dotter statt[2].« Ich werde unten noch auf eine Rhabditis-Species zu sprechen kommen, bei welcher der weibliche Geschlechtskern sich einfach direkt zum männlichen Kern begiebt (p. 377). Bei Rhabditis nigrovenosa gehen die Kerne gewöhnlich, ohne weite Umwege zu machen, auf einander zu, doch kommen

[1] Ich glaube, dass die Ortsveränderungen der Kerne durch die amöboiden Bewegungen des Zellkörpers veranlasst sind, und durch die Strömungen im Inneren des Zellkörpers, welche mit denselben zusammenhängen. Um diese Strömungen zu sehen, muss man auf die Bewegung der einzelnen Dotterkörnchen achten und da die Körnchen sehr klein sind, ist die Beobachtung recht schwierig. In einzelnen Fällen habe ich ganz deutlich das Fließen des Zellkörpers beobachtet.

[2] O. Bütschli, Entwicklungsvorgänge im befruchteten Ei von Nematoden und Schnecken. Diese Zeitschr. Bd. XXV. 1875. p. 205.

sie meist nicht gerade in der Mitte des Zellkörpers zusammen, wie es Auerbach als das gewöhnliche Verhalten angiebt, sondern sie treffen sich in der hinteren oder in der vorderen Hälfte des Eies; Auerbach erwähnt diese Möglichkeit unter den Varianten (l. c. p. 215).

Interessant ist das Verhalten der Kerne bei Rhabditis teres Schn. Nach dem Austritt des zweiten Richtungskörpers sieht man deutlich den Eikern am vorderen Pol, während der Spermakern nahe am hinteren Pol liegt; ich sah bei auf einander folgenden Eiern, dass im einen Fall der Spermakern zum Eikern ging, im anderen Fall der Eikern zum Spermakern sich begab; im ersteren Fall fand demnach die Vereinigung der Kerne am vorderen Ende statt und lag also bei der Zweitheilung die größere Zelle nach hinten, im letzteren Falle fand die Vereinigung der Kerne am hinteren Ende statt und lag also bei der Zweitheilung die größere Zelle nach vorn. Es schien mir auch hier, dass der Spermakern, wenn er ganz an der Peripherie des Eies liegt, wie man es an dem unteren Ei der Fig. 62 sieht, sich nicht von da entfernen kann (vielleicht durch die Oberflächenspannung da festgehalten wird) und dass dann der Eikern zu ihm hinkommen muss. Bei Rhabditis teres läuft die ganze Entwicklung viel rascher ab als bei Diplogaster longicauda. Die beiden Geschlechtskerne führen nicht so mannigfache Bewegungen aus wie bei jener Species sondern bewegen sich kurzweg gegen einander; unterdessen finden amöboide Bewegungen am Zellkörper statt, aber sie sind nicht so mannigfaltig und ergeben nicht so merkwürdige Bilder wie bei Diplogaster longicauda.

Da die Kerne bei Diplogaster longicauda bald in die vordere, bald in die hintere Hälfte des Eies sich begeben, so ist es naheliegend an eine Wirkung der Schwerkraft zu denken; es wäre möglich, dass die Kerne specifisch leichter oder schwerer seien als der Zellkörper und folglich in demselben an das obere Ende aufsteigen oder an das untere Ende herabsinken. Wenn das Mikroskop vertikal steht und demnach der Wurm zwischen horizontalen Platten liegt und etwas flachgedrückt ist, so sind die Eier alle auch in nahezu horizontaler Lage, so dass eine Wirkung der Schwerkraft nicht in augenfälliger Weise sich zeigen kann; ich habe daher das Mikroskop schief gestellt, bis der Objekttisch einen Winkel von 60° mit der Horizontalebene bildete[1].

[1] Um das Durchströmungskompressorium bei schiefstehendem Mikroskop auf dem Objekttisch festzuhalten, habe ich früher die an dem Objekttisch vorhandenen Klemmen benutzt; neuerdings bin ich auf eine bequemere Methode gekommen und verwende ein aus einem gewöhnlichen Flaschenkork geschnittenes keilför-

Ich wählte dann solche Eier zur Beobachtung, deren Längsachse der Drehungsebene des Mikroskops parallel war. Die Beobachtung kann nur dann ein Resultat geben, wenn der Wurm während der Zeit, die zwischen dem Austreten des zweiten Richtungskörpers und dem Zusammentreffen der Kerne liegt, also mindestens eine halbe Stunde lang sich nicht bewegt und auch das Ei im Wurme seine Richtung nicht ändert[1]. Aus einer Reihe von verfolgten Fällen ergab sich, dass die Schwerkraft zwar einigen Einfluss ausübt, aber nicht von so lebhafter Wirkung ist, wie man es vielleicht erwartete. Die Verschiebung des Eikernes nach der Mitte des Eies tritt stets ein, mag sie eine Aufwärtsbewegung oder eine Abwärtsbewegung sein. Wenn die Kerne beide einmal nach einer Seite sich bewegt haben, wenn sie also bei der Schiefstellung des Mikroskops schon dem oberen oder unteren Pol sich genähert haben (ohne sich zu berühren), so gehen sie ganz unabhängig von der Schwerkraft an den Pol, welchem sie nahe sind. Aber es scheint, dass der Spermakern bei seiner Bewegung von der Schwerkraft beeinflusst wird, indem er etwas leichter ist als die ihn umgebende Masse des Zellkörpers und daher eine schwache Tendenz oder Kraft hat nach oben zu steigen. Bei den 17 beobachteten Fällen befinden sich sieben, in welchen der vordere Pol des Eies (an welchem auch die Richtungskörperchen ausgetreten waren) nach unten gerichtet war[2]; in allen diesen sieben Fällen kamen die Kerne in der hinteren Hälfte des Eies zusammen; unter den übrigen zehn Fällen, in welchen also der vordere Pol des Eies nach oben gerichtet war, kamen die Kerne in vier Fällen in der hinteren und in sechs Fällen in der vorderen Hälfte zusammen. Ich erkläre mir dieses Resultat in folgender Weise. Es ist daran zu erinnern dass bei horizontal liegenden Eiern die Kerne meistens in der hinteren Hälfte zusammenkommen. Ich nehme also an, dass eine Tendenz besteht die Kerne in die hintere Hälfte zu führen; ist diese hintere Hälfte die obere, so wirkt diese Tendenz im gleichen Sinne, wie die angenom-

miges Korkstück, welches zwischen das Kompressorium und die Säule des Stativs eingeschoben wird.

[1] Es kam oft vor, dass die Beobachtung durch eine Lageveränderung des Wurmes oder des Eies gestört wurde; die Eier werden in dem Uterusschlauche weitergeschoben und da dieser eine etwas gewundene Form hat, ändert sich dabei die Richtung des Eies. Bei den Würmern zeigt sich ein instinktiver Trieb, in dem schiefstehenden Kompressorium aufwärts zu kriechen; sie nehmen daher mit Vorliebe eine Lage parallel der Drehungsebene des Mikroskopes an, was für die vorliegende Beobachtung günstig ist, da die obersten Eier im Uterus meistens der Längsrichtung des Wurmes nahezu parallel liegen. Der genannte instinktive Trieb hat für die Würmer offenbar die Bedeutung, dass sie in jeder Flüssigkeit an die Oberfläche zu kommen suchen und so an den Ort bester Athmung gelangen.

[2] Im mikroskopischen Bild erscheint natürlich das untere Ende oben.

mene Tendenz der Kerne nach oben zu steigen; daher das einheitliche Resultat in den genannten sieben Fällen. Ist aber die hintere Hälfte die untere, so wirken sich die beiden Tendenzen oder Kräfte entgegen; in Folge des Auftriebes der Kerne gehen dieselben in einem ungewöhnlichen hohen Procentsatz von Fällen nach der vorderen Hälfte; aber es ist also der Unterschied des specifischen Gewichts der Kerne gegen den Zellkörper nicht so beträchtlich, dass er bei den auf 60° schiefgestellten Eiern stets den Ausschlag giebt.

Es muss noch hervorgehoben werden, dass die Einwirkung der Schwerkraft bei Diplogaster longicauda nicht in der Weise stattfindet, wie man sie bei den Eiern der Knochenfische oder Batrachier beobachtet, bei welchen das ganze Ei sich innerhalb der Eihaut so dreht, dass die Keimscheibe die ihr zukommende Lage unten oder oben einnimmt. Wenn bei Batrachiern die äußerste Schicht des Eies festgehalten ist, so rotirt doch noch der ganze Zellkörper innerhalb dieser äußersten Schicht. Bei Rhabditis aber wirkt die Schwerkraft nur auf die Bewegung der Kerne und es ist nichts davon zu sehen, dass der Zellkörper wie bei den Batrachiern als Ganzes sich dreht. Bei den Knochenfischen ist es offenbar nicht ein Unterschied im specifischen Gewicht der Kerne, welcher die Drehung und Orientirung bewirkt, sondern das geringe specifische Gewicht der Ölkugeln; sind die Ölkugeln unter der Keimscheibe gelegen, wie es bei den Salmoniden der Fall ist, so drehen sie die Keimscheibe nach oben, ist eine große Ölkugel dem Keime gegenüber gelagert, wie es bei vielen pelagisch schwimmenden Eiern der Fall ist, so liegt die Keimscheibe unten.

Eher könnte auf solche Fälle Bezug genommen werden, in welchen das Keimbläschen im Ei entgegen der Richtung der Schwerkraft an die Oberfläche des Eies aufsteigt, wie es Häcker bei Moina beobachtete[1].

Wenn auch bei Diplogaster longicauda ein gewisser Einfluss der Schwerkraft konstatirt werden konnte, so trifft dies doch für nahverwandte Arten nicht zu. Bei einer Rhabditis-Species, die ich nur selten sah, und die ich nicht bestimmen konnte, weil ich kein zugehöriges Männchen fand, kamen die Kerne stets am Hinterende des Eies zusammen, mochte dieses bei schiefstehendem Mikroskop aufrecht oder abwärts gerichtet sein; der Spermakern lag zur Zeit des Austritts des zweiten Richtungskörpers am Hinterende des Eies, der weibliche Geschlechtskern am Vorderende; der Spermakern befand sich ganz an der Oberfläche und ging nicht vom Hinterende des Eies weg, während der weibliche Eikern in langsamer Bewegung eine Strecke weit gegen

[1] V. Häcker, Das Keimbläschen, seine Elemente und Lageveränderungen. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XLII. 1893. p. 301.

die Mitte des Eies sich verschob und dann in ziemlich rascher Bewegung zu dem Spermakern sich begab (Fig. 57—60); erst nachdem die Kerne am Hinterende des Eies zur Berührung gekommen waren und die Attraktionssphären an den Kernen sichtbar wurden, entfernten sich die Kerne vom Hinterende; nachdem die Spindel sich ausgebildet hatte, trat die Theilung ein und die vordere Zelle wurde die größere; es lag also auch bei dieser Species die größere (animale) Zelle auf der dem Vereinigungsort der Kerne entgegengesetzten Seite.

Beiläufig erwähne ich noch eine eigenthümliche Beobachtung, welche sich an diesen Eiern bei der Näherung der Kerne ergab. Während der weibliche Kern sich dem männlichen näherte, fand eine langsame Strömung im Zellkörper statt; man sah erst eine Strömung in der Richtung des Pfeiles *a* in der Fig. 59 und diese führte den Spermakern an der Peripherie entlang vom Punkte * zum Punkte **; dann entstand eine rückläufige Bewegung in der Richtung des Pfeiles *b* und brachte den Kern wieder in die frühere Lage.

Es ist in diesem Abschnitt schon öfters gesagt worden, dass die Lage der sich vereinigenden Kerne darüber entscheidet, an welcher Seite die größere Zelle (animale Zelle) des zweizelligen Stadiums und das Kopfende des entstehenden Embryo auftritt. Die definitive Polarität des Eies ist also weder durch die Lage des Eies im Uterus, noch durch den Ort des Austritts der Richtungskörper bestimmt, sondern dadurch, wo die beiden Geschlechtskerne zusammenkommen [1]. Daraus geht hervor, dass man nicht annehmen darf, dass im Zellkörper ein bestimmter Theil desselben für einen bestimmten Theil des Embryo determinirt sei. Es konnte dies auch schon aus den amöboiden Bewegungen geschlossen

[1] Diese Beobachtung ist in Beziehung zu setzen mit folgender Angabe, welche Wilson und Mathews vor Kurzem in Bezug auf das Ei eines Seeigels (Toxopneustes variegatus Ag.) gemacht haben; wie diese Forscher berichten, sind die Eintrittsstelle des Spermatozoons und der Vereinigungsort der beiden Geschlechtskerne ohne konstante Lagebeziehung zu der Stelle der Bildung der Richtungskörper, also ohne konstante Beziehung zur ursprünglichen Eiachse; nachdem die beiden Geschlechtskerne zusammengestoßen sind, bewegen sie sich mit einander nach der Mitte des Eies, und da sie das Centrum nicht erreichen oder überschreiten, bilden sie die erste Furchungsspindel an einer Stelle, welche etwas excentrisch ist; die Lage dieser Stelle bestimmt die Polarität des Eies für die Furchung und die weitere Entwicklung; denn die erste Furche tritt zuerst an derjenigen Seite des Eies auf, welche dieser Stelle am nächsten ist und an der entgegengesetzten Seite erscheinen später die Mikromeren beim Übergang vom achtzelligen zum sechzehnzelligen Stadium (E. B. Wilson and A. P. Mathews, Maturation, Fertilisation and Polarity in the Echinoderm egg. Journal of Morphology. Vol. X. Boston 1895. p. 322).

werden, denn durch diese werden alle Theile des Eies gegen einander verschoben, der ganze Zellkörper wird so zu sagen durch einander gerührt, so dass man nicht glauben kann, dass ein bestimmter Theil des Eies einem bestimmten Theil des Embryo entspreche (vgl. p. 358).

Ich möchte hier noch eine theoretische Bemerkung anknüpfen, welche sich auf die Hypothese bezieht, dass das Protoplasma in der Zelle stets die Struktur eines Radiensystems aufweise. In diesem Sinne hat sich vor einigen Jahren VAN BENEDEN ausgesprochen, auch RABL hat eine derartige Auffassung vertreten und HEIDENHAIN hat neuerdings diese Hypothese weitläufig ausgearbeitet[1]. Nach meinen Beobachtungen an den Nematoden glaube ich aus dem Verlauf der amöboiden Bewegungen und aus der mannigfaltigen Art der Bewegung der Kerne schließen zu dürfen, dass es wenigstens zur Zeit der Bewegung der beiden Geschlechtskerne im Zellkörper kein feststehendes Radiensystem giebt[2]. Insbesondere könnte man sich nicht denken wie im Zellkörper so mannigfaltige auf- und abgehende Strömungen und cirkuläre Strömungen möglich wären, wenn das Protoplasma eine persistirende radiäre Struktur hätte. Obgleich der Zellkörper zur Zeit der Theilung ganz deutlich die Radienfigur zeigt, und obgleich, wie HEIDENHAIN nachwies, manchmal auch in einer ruhenden Zelle ein Radiensystem gefunden werden kann, so halte ich es doch im Allgemeinen nicht allein für unbewiesen, sondern auch für sehr unwahrscheinlich, dass stets im Zellkörper ein Radiensystem vorhanden sei. Ich glaube, dass ein durch die ganze Zelle gehendes Radiensystem nur zur Zeit der Zelltheilung besteht und dass dasselbe nach der Theilung in der Regel vollständig oder doch bis auf eine kleine Strahlenfigur verschwindet[3].

IV. Die Drehung der Spindel und die erste Theilung.

Wenn die beiden Geschlechtskerne zur Berührung gekommen sind, entsteht die Spindelfigur der ersten Furchungstheilung; es ist für die

[1] ÉDOUARD VAN BENEDEN et ADOLPHE NEYT, Nouvelles recherches sur la fécondation et la division mitosique chez l'Ascaride mégalocéphale. Bulletins de l'Académie R. de Belgique. 57e Année. Bruxelles 1887. p. 280. — C. RABL, Über Zelltheilung. Anatomischer Anzeiger. Bd. IV. 1889. p. 25. — M. HEIDENHAIN, Neue Untersuchungen über die Centralkörper. Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. LXIII. 1894.

[2] Wie ich oben sagte, war sowohl bei Diplogaster longicauda als auch bei Rhabditis nigrovenosa vor dem Zusammentreffen der beiden Geschlechtskerne an keinem derselben etwas von einer Attraktionssphäre oder Strahlung zu sehen; beim Ei der Seeigel aber entwickelt sich bekanntlich schon vor dem Zusammentreffen der Kerne eine deutliche Attraktionssphäre und Strahlung am Spermakern.

[3] Ich habe mich darüber an anderer Stelle ausführlicher ausgesprochen (H. E. ZIEGLER, Untersuchungen über die Zelltheilung. Verhandl. der Zoolog. Gesellschaft 1895).

weitere Entwicklung gleichgültig, in welcher Richtung die Kerne zusammenkamen. Die entstehende Spindel stellt sich in die Längsrichtung des Eies ein, einerlei in welcher Richtung die Kerne zusammengetroffen sind.

AUERBACH beobachtete bei Rhabditis nigrovenosa, dass die beiden Geschlechtskerne gewöhnlich in der Längsrichtung des Eies zusammentreffen und dass dann eine Drehung der sich vereinigenden Kerne in die quere Richtung stattfindet, so dass die Berührungsebene der beiden Kerne und die Achse der Spindel in die Längsrichtung des Eies zu liegen kommen[1]. AUERBACH berichtet ferner, dass die Kerne manchmal in schiefer Richtung zusammenkommen, so dass dann nur eine kleinere Drehung nöthig ist um die Kerne in die quere Stellung zu bringen (l. c. p. 216).

Bei Diplogaster longicauda kommen die Kerne gewöhnlich in der Längsrichtung oder annähernd in der Längsrichtung des Eies zusammen, manchmal in einer schiefen, selten in querer Richtung. Die typische Drehung der Kerne, durch welche die entstehende Spindel in gesetzmäßiger Weise in die Längsrichtung der Zelle sich einstellt, beginnt erst zu der Zeit, wenn die Attraktionssphären sichtbar werden; es kann aber schon vorher eine Verschiebung oder Drehung der beisammenliegenden Kerne stattfinden, Bewegungen, welche offenbar andere Ursachen haben als die genannte typische Drehung. Wie schon oben gesagt wurde, treffen sich die Kerne in der Nähe des vorderen oder hinteren Poles: gewöhnlich berührt einer der beiden Kerne die Oberfläche des Zellkörpers (Fig. 21) und sehr oft legen sich die beiden Kerne an die Oberfläche des Zellkörpers an, so dass die beiden Kerne schon dabei in eine quere oder schiefe Lage kommen; wenn die Attraktionssphären bemerkbar werden, entfernen sich die Kerne vom Rande des Zellkörpers und dann folgt die typische Einstellung der jungen Spindel. Wenn die Kerne sich nicht an die Oberfläche des Zellkörpers angelegt haben, so kann doch durch langsame Strömungsbewegungen des Zell-

[1] Ich hebe noch besonders hervor, dass AUERBACH an diese Beobachtung eine Überlegung geknüpft hat, welche im Wesentlichen schon das Richtige trifft. AUERBACH sagt, dass wahrscheinlich die beiden sich vereinigenden Kerne qualitativ verschieden sind und dass in Folge der stattfindenden Drehung auf jede der beiden ersten Furchungszellen ein Theil von jedem Kerne kommt. »Jede Kopulation oder Konjugation hat offenbar die Bestimmung, individuelle Einseitigkeiten durch Vermischung zu bessern, Fehlendes gegenseitig zu ergänzen.« »Die Verschiedenheit der Ursprungsstätten wird auch die Qualität des Kernmaterials beeinflussen und in jedem der beiden Kerne einseitige Mischungsfehler bedingen; es gilt also, die Differenz auszugleichen und jeder der beiden Eihälften Material von jedem der beiden primitiven Kerne zuzuführen« (l. c. p. 248).

körpers, welche mit den amöboiden Bewegungen zusammenhängen, eine Verschiebung oder Drehung der Kerne stattfinden, ehe die Attraktionssphären der jungen Spindel sichtbar geworden sind.

Als die typische Einstellungsbewegung der Spindel betrachte ich also die Drehung, welche die zusammenfließenden Kerne in der Zeit vom Sichtbarwerden der Attraktionssphären bis zum Beginn der Zelltheilung ausführen; es ist manchmal eine Drehung um einen rechten Winkel, manchmal eine Drehung um einen kleineren Winkel, je nachdem die Kerne zur Zeit des Sichtbarwerdens der Attraktionssphären eine quere Stellung hatten oder eine schiefe. Diese typische Drehung, durch welche sich die Spindel in die Längsachse des Eies einstellt, bezeichne ich als die Taxis, ein Ausdruck, welchen ich überhaupt bei jeder Zelltheilung für die Bewegung der Spindel gebrauchen will, durch welche die Spindel in die Richtung der größten Ausdehnung des Zellkörpers sich einstellt[1].

Bevor ich die Drehung genauer beschreibe, muss ich ein Wort über das Auftreten der Attraktionssphären sagen, welche von AUERBACH nicht beobachtet worden sind. Ehe die Kerne zusammen getroffen sind, habe ich an keinem derselben eine Attraktionssphäre oder Strahlung beobachten können[2]; wenn die Kerne sich berühren und sich an einander abgeplattet haben, erscheint nach einiger Zeit (nach 12—20 Minuten) eine kleine Attraktionssphäre mit kurzer Strahlung an einer Seite der beiden Kerne (Fig. 24 u. 39); bald darauf wird eine ähnliche Attraktions-

[1] Über die Lehre, dass die Spindel in die Richtung der größten Ausdehnung der Protoplasmamasse sich einstellt und über die Begründung dieser Lehre durch O. HERTWIG und ROUX habe ich mich schon in meiner vorigen Publikation ausgesprochen (Über Furchung unter Pressung. Verhandl. d. anat. Gesellschaft. 1894). Ich möchte hinzufügen, dass ich neuerdings durch Herrn Prof. RABL aufmerksam gemacht wurde, dass schon K. E. v. BAER eine ähnliche Beziehung zwischen der Gestalt der Zelle und der Richtung der eintretenden Zelltheilung beobachtet hat. K. E. v. BAER knüpft an seine Darstellung der Furchung des Frosches einige »allgemeine Bemerkungen über den Mechanismus der Theilungen« und sagt: »Eine allgemeine Regel der Theilungen ist, dass, wenn an einer isolirten Dottermasse (d. h. Furchungszelle) eine Seite entschieden länger ist als die anderen, diese von der neuen Theilung getroffen wird« (K. E. v. BAER, Die Metamorphose des Eies der Batrachier. MÜLLER's Archiv f. Anat. u. Phys. 1834. p. 499).

[2] In Bezug auf das Auftreten der Attraktionssphären verhalten sich die Nematoden offenbar verschieden. OSCAR MEYER sah bei Strongylus tetracanthus an dem Spermakern schon eine Strahlung, während der erste Richtungskörper gebildet wurde; die Attraktionssphäre theilte sich während der Bildung des zweiten Richtungskörpers, und es waren also schon vor dem Zusammentreffen der Vorkerne zwei Attraktionssphären mit großer Strahlung vorhanden (OSCAR MEYER, Celluläre Untersuchungen an Nematoden-Eiern. Jen. Zeitschr. Bd. XXIX. 1895. p. 397).

sphäre an der anderen Seite der Kerne sichtbar. Die beiden Attraktionssphären nehmen an Größe zu, dann verschwindet die Grenzlinie zwischen den beiden an einander liegenden Kernen und mit dem Verschwinden des äußeren Kontour der Kerne entsteht die Spindelfigur[1].

Bei der Spindel kann man zwei Stadien unterscheiden, das Stadium der kurzen Spindel und das Stadium der gestreckten Spindel. Bei der Streckung der Spindel rücken die Mittelpunkte der Attraktionssphären so aus einander, dass sich die Entfernungen ungefähr wie 2 : 3 verhalten. Obgleich man am lebenden Objekt die Chromosomen nicht sieht, so ist es doch nahe liegend, anzunehmen, dass dieselben sich bei der kurzen Spindel in Äquatorialplattenstellung befinden. Das Auseinanderrücken der Centrosomen, also die Streckung der Spindel, vollzieht sich theilweise schon im Äquatorialplattenstadium und schreitet dann beim Übergang zum Dyasterstadium (während des Auseinanderrückens

[1] Da man am lebenden Objekte die Centrosomen nicht sieht, kann ich nichts darüber sagen, ob etwa zur Zeit des Auftretens der Attraktionssphären eine Centrenquadrille, wie sie FOL bei Seeigeleiern sah, oder ein ähnlicher Vorgang stattfindet; in neuerer Zeit haben WILSON und MATHEWS und auch BOVERI starke Bedenken gegen die Richtigkeit der Beobachtung von FOL geltend gemacht; sie sind der Ansicht, dass die Centrosomen des Eies nach der Richtungskörperbildung degeneriren und dass die Centrosomen des Spermatozoons allein die Centren der ersten Theilungsspindel werden (E. B. WILSON and A. P. MATHEWS, Maturation, Fertilisation and Polarity in the Echinoderm Egg. Journal of Morphology. Vol. X. Boston 1895. BOVERI, Über das Verhalten der Centrosomen bei der Befruchtung des Seeigeleies. Verhandl. der phys.-med. Gesellschaft zu Würzburg. Bd. XXIX. 1895). Wenn sich dies so verhält, so ist das oben beschriebene Auftreten der Attraktionssphären bei Diplogaster in folgender Weise zu deuten: wenn nur eine Attraktionssphäre vorhanden ist, enthält dieselbe die beiden Centrosomen des Spermatozoons, und indem diese beiden Centrosomen aus einander rücken, entstehen zwei Attraktionssphären. Ich habe zwar nicht bestimmt erkennen können, ob die zweite Attraktionssphäre von der ersten aus durch Theilung entstanden ist, halte dies aber für sehr wahrscheinlich; es scheint, dass das Auseinanderrücken der beiden Attraktionssphären in der Ebene der Berührungsfläche der beiden Kerne längs der Rinne zwischen den Kernen vor sich geht. — Das Auftreten und Verhalten der Attraktionssphären passt vollständig zu dem, was die Autoren bei Ascaris megalocephala beobachtet haben; wenn nur eine einzige Attraktionssphäre auf einer Seite der beiden Kerne da ist, entspricht dies den Fig. 29, 32 u. 33 von BOVERI in seinen »Zellenstudien« (Jenaische Zeitschr. Bd. XXII. 1888); wenn die beiden Attraktionssphären auf den beiden Seiten der Kerne vorhanden sind, so passen dazu die Figuren von VAN BENEDEN et NEYT, Bulletin de l'Académie R. de Belgique. 57e année. 1887. Pl. I, Fig. 5. Pl. III, Fig. 4 und die Figuren von HERLA, Archives de Biologie. Bd. XIII. 1894. Fig. 5, 6, 12, 14 u. A. CARNOY hat bei verschiedenen Nematoden beobachtet, dass, nachdem die beiden Kerne sich an einander gelegt hatten, an einer Seite derselben eine Attraktionssphäre sichtbar wurde, wie ich es bei Diplogaster am lebenden Ei gesehen habe (CARNOY, La cystodiérèse de l'œuf chez les nématodes. La Cellule. Tome III. 1886. Planche VIII, Fig. 237 u. 258).

der Chromosomen) weiter fort; ich habe mich an Präparaten der ersten Theilung von Ascaris megalocephala durch Messung vieler Theilungsfiguren überzeugt, dass das Auseinanderrücken der Centren schon vor dem Auseinanderrücken der Chromosomen beginnt; es ist nicht richtig, wenn man glaubt, dass die Centren gerade in dem Maße aus einander rücken, wie die Chromosomen aus einander gehen; wenn die Chromosomen aus einander rücken, so nähern sie sich den Centren, da die letzteren zu dieser Zeit bei Weitem nicht um so viel aus einander weichen als die ersteren. Das Auseinanderrücken der Centren mag vielleicht die Veranlassung des Auseinanderrückens der Chromosomen sein, aber die beiden Vorgänge fallen nicht zusammen, wie es der Fall wäre, wenn sie beide durch dieselbe Kraft, etwa, wie angenommen wird, durch den Zug kontraktiler Polfasern bewirkt wären[1]. Es wäre also in Bezug auf den Verlauf der Vorgänge nicht ganz genau, wenn ich das Stadium der kurzen Spindel mit dem Äquatorialplattenstadium und das Stadium der gestreckten Spindel mit dem Dyasterstadium identificiren würde. Doch wäre es richtig in Bezug auf den Anfang und das Ende.

[1] Ich kann also BOVERI nicht zustimmen, wenn er von der Streckung der Spindel Folgendes sagt: »Am stärksten werden sich die Fädchen der Polkegel kontrahiren und somit die Centrosomen mit ihren Spindelhälften der Fixationsstelle dieser Fibrillen an der Oberfläche des Eies beträchtlich sich nähern; gegen diese Verkürzung kann die der axialen Spindelfasern nur eine geringe sein, demgemäß die Höhe der Spindelkegel selbst nur relativ wenig abnehmen.« Freilich entsprechen dieser Darstellung die von BOVERI auf Taf. XXII zusammengestellten Fig. 65, 67 und 69, aber seine Fig. 43 auf Tafel XX, Fig. 55 und 57 auf Tafel XXI widersprechen derselben, da auf diesen Bildern die Centren schon vor dem Auseinanderweichen der Chromosomen nahezu eben so weit aus einander gegangen sind wie in dem Dyasterstadium Fig. 69 (BOVERI, Zellenstudien. Jenaische Zeitschr. Bd. XXII. 1888. p. 795). — Auf den Photographien von VAN BENEDEN und NEYT sieht man in Fig. 6 auf Tafel III ein Monasterstadium, dessen Centren schon eben so weit von einander entfernt sind wie in den Dyasterstadien Fig. 3 u. 4 auf Tafel IV (EDOUARD VAN BENEDEN et ADOLPHE NEYT, Nouvelles recherches sur la fécondation et la division mitosique chez l'Ascaride mégalocéphale. Bulletin de l'Académie R. de Bruxelles. 1887).

Was die Hypothese betrifft, dass die Streckung der Spindel auf der Kontraktion der Polfasern beruhe, so habe ich mich schon an anderem Orte gegen dieselbe ausgesprochen (H. E. ZIEGLER, Untersuchungen über die Zelltheilung. Verhandlungen d. D. Zoolog. Gesellschaft. 1895. p. 75).

REINKE sagt auf Grund seiner Beobachtungen an Bindegewebszellen des Salamanders: »Ich bemerke BOVERI gegenüber, dass sich in meinen Präparaten die Zugfäden (Fäden zwischen den Centren und den Chromosomen, Spindelmantelfasern) sicher verkürzen und es daher nicht die Polstrahlungen allein sein können, die die Trennung der Fäden bewirken, obgleich ich zugebe, dass diese auch dabei eine Rolle spielen« (FRIEDRICH REINKE, Zellenstudien. II. Theil. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XLIV. 1894. p. 277).

in der kurzen Spindel besteht die Äquatorialplatte (Monaster) und die gestreckte Spindel enthält schließlich den Dyaster.

Die typische Drehung der beiden vereinigten Kerne findet gewöhnlich zu der Zeit statt, wenn die kurze Spindel entstanden ist, und die genaue Einstellung erfolgt bei der Streckung der Spindel (Fig. 27—30, 40—42). Nur ausnahmsweise sah ich einmal bei einem Ei, welches stark komprimirt und wahrscheinlich auch in der Athmung behindert war, dass die Spindel sich erst zur Zeit der Streckung drehte.

Die kurze Spindel dreht sich allmählich in die Längsrichtung des Eies. Der Vorgang ist manchmal schon in fünf Minuten beendet, nimmt aber meistens 10—25 Minuten in Anspruch. Auerbach (l. c. p. 212) beschreibt die Drehung der beiden Geschlechtskerne bei Rhabditis nigrovenosa mit folgenden Worten: »Die anfänglich querliegende Trennungslinie der beiden Kerne bildet successive einen kleineren Winkel mit der Längsachse des Eies; nach ungefähr 12 Minuten beträgt dieser Winkel 45 Grad und nach einem eben so großen Intervall befindet sich die Grenzlinie in der Längsachse des Eies.« Ich habe den Vorgang ebenfalls bei Rhabditis nigrovenosa öfters gesehen und kann diese Angaben von Auerbach nur in so fern nicht bestätigen, als die Zeiten zu lang bestimmt sind; wenn die Eier stark gedrückt sind und zu wenig Sauerstoff erhalten, so mögen die Vorgänge wohl so langsam ablaufen, aber ich habe bei den im Durchströmungskompressorium bei genügendem Wasserzufluss beobachteten Eiern gesehen, dass fünf Minuten nach dem Zusammentreffen der Kerne schon die beiden Attraktionssphären sichtbar waren und dass nach weiteren fünf Minuten schon die ganze Drehung beendet war; nach mehreren Beobachtungen glaube ich, dass die Drehung bei Rhabditis nigrovenosa unter normalen Umständen nicht mehr als 5—10 Minuten erfordert.

Bütschli hat die Drehung der Spindel bei Diplogaster similis Bütschli gesehen und mit folgenden Worten beschrieben: »Fig. 12 zeigt die schon verschmolzenen Kerne, welche schon eine Streckung erfahren haben, jedoch eigenthümlicher Weise sich noch nicht im Centrum des Dotters befinden und auch mit ihrer verlängerten Achse quer zur Längsachse des Dotters stehen; bald jedoch wurde der Kern ins Centrum des Dotters geschoben, sowie auch seine Längsachse in die des Dotters eingerichtet«[1].

Es kann vorkommen, dass die Spindel nach der Drehung noch durch Strömungen des Plasma mehr oder weniger umhergeführt wird; oft geht sie in der Richtung nach einem Pole des Eies hin und kehrt dann in die

[1] O. Bütschli, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle etc. Abhandl. d. Senckenberg'schen naturf. Gesellschaft. Bd. X. Frankfurt 1876. p. 235.

Mitte des Eies zurück. Man kann daraus erkennen, dass die Spindel mit den Attraktionssphären ein in sich festes Gebilde im Zellkörper, so zu sagen im mechanischen Sinn ein starres System ist, welches als Ganzes bewegt wird.

Wenn die Spindel sich in die Länge streckt, so nimmt sie eine ganz bestimmte Lage an; sie steht in der Mitte des ovalen Zellkörpers und ihre Richtung fällt genau mit der Längsachse des Eies zusammen. Zu dieser Zeit erreichen die Attraktionssphären ihre größte Ausdehnung, und die von ihnen ausgehende Strahlung erstreckt sich bis zum Rande der Zelle. Die amöboiden Bewegungen haben ganz aufgehört und der Zellkörper hat eine regelmäßige ellipsoidische Gestalt[1]. Gleich darauf nimmt der Zellkörper eine biskuitförmige Gestalt an und es folgt die Theilung (Fig. 30, 42, 51).

In manchen Fällen macht die Spindel im Anschluss an die Drehung höchst eigenthümliche Bewegungen; sie stellt sich nämlich bei der Drehung nicht kurzweg in die Längsrichtung des Eies ein, sondern dreht sich über diese Stellung hinaus und kehrt dann zurück; sie wiederholt dies mehrmals, sie macht also Bewegungen, welche man als ein langsames Oscilliren um die Gleichgewichtslage, als eine Art von Pendeln auffassen kann; in einem Falle zählte ich ein neunmaliges Hin- und Hergehen. Diese Bewegungen finden ihr Ende, wenn die Strahlung bis zur Peripherie sich ausdehnt; darauf beginnt alsbald die Einschnürung des Zellkörpers. Während der erwähnten Bewegungen der Kernspindel sieht man das ganze Plasma in langsamer Strömung, so dass es den Anschein hat, dass die Spindel eben durch diese Strömung des Plasma passiv bewegt werde; die Strömung ist eben so eine hin- und zurückgehende, wie die Bewegung der Spindel. Diese Oscillationsbewegungen treten nicht immer auf, sondern nur in Ausnahmefällen; ich sah sie einige Mal bei ziemlich stark komprimirten Eiern; einige dieser Eier hatten schon bei der Drehung der vereinigten Geschlechtskerne eine auffallende Erscheinung gezeigt, die ich noch zu beschreiben habe.

Diese sehr merkwürdige Abnormität bestand darin, dass die beiden Attraktionssphären die Drehung rascher ausführten als die beiden Kerne selbst, und dass dann scheinbar jeder der beiden an einander liegenden Kerne eine zugehörige Attraktionssphäre hatte[2]; es schien,

[1] So schreibt BÜTSCHLI in Bezug auf Rhabditis dolichura: »Gleichzeitig mit dem Erscheinen einer gesetzmäßigen (radiären) Gruppirung des Dotters erlischt die Bewegung desselben und seine früher unregelmäßigen Ränder runden sich nun gleichmäßig ab.« BÜTSCHLI, Beiträge zur Kenntnis der freilebenden Nematoden. Nova acta. 1873. p. 102.

[2] Eine Abbildung von BÜTSCHLI zeigt dieses Vorkommnis ebenfalls, l. c. Tafel XXVI, Fig. 61 *d*, VII *a*.

als ob die beiden Attraktionssphären die Kerne wieder aus einander reißen wollten (Fig. 31); dies geschah aber nicht, sondern die Kerne verschmolzen mit einander (Fig. 32), so dass das normale Bild der Spindelfigur auftrat. Die entstehende Spindel führte dann Oscillationen aus, wie vorhin beschrieben. Darauf folgte die Zweitheilung der Zelle, welche in ganz normaler Weise vor sich ging.

Ich möchte am Schlusse dieses Abschnittes darauf hinweisen, welche Beziehungen zwischen den hier beschriebenen Vorgängen und dem Ablauf der gewöhnlichen Zelltheilung bestehen. Wie die beiden Geschlechtskerne (in der Zeit vom Austreten des zweiten Richtungskörpers bis zu ihrer Vereinigung) allmählich an Größe zunehmen, so findet bei jeder Furchungszelle in dem sogenannten Ruhezustand der Zelle ein Anwachsen des Kernes statt. Wie die bei den heranwachsenden Geschlechtskernen befindlichen Centrosomen zunächst keine Attraktionssphäre und Strahlung erzeugen, so ist bei dem Kern einer Furchungszelle in der sogenannten Ruheperiode (bei der vorliegenden Species) von Attraktionssphären und Strahlung nichts zu sehen. Wie der Zellkörper des Eies in dieser Periode amöboide Bewegungen zeigt, so finden auch am Zellkörper der Furchungszellen amöboide Bewegungen statt, welche freilich viel weniger lebhaft und andauernd sind. Wie die beiden Geschlechtskerne sich vor dem Sichtbarwerden der Attraktionssphären gern an die Peripherie der Zelle anlegen, so liegt der Kern einer ruhenden Furchungszelle gewöhnlich der äußeren Oberfläche der Zelle dicht an. Wie die an einander liegenden Kerne, wenn die beiden Attraktionssphären sichtbar geworden sind, gegen die Mitte des Zellkörpers rücken, so thut es auch der Kern der Furchungszelle, wenn die zugehörigen Attraktionssphären sich ausbilden; die sichtbar werdenden Attraktionssphären und die entstehende Strahlung deuten die beginnende Aktivität der Centrosomen an. Wie die amöboiden Bewegungen nach dem Auftreten der ersten Spindel aufhören und der Zellkörper unter Einziehung der Fortsätze sich abrundet, so zieht sich der Zellkörper jeder Furchungszelle zur Zeit der Bildung der Theilungsspindel auf eine annähernd kugelige Gestalt zusammen. Wie die Spindel die Drehung in die Längsrichtung des Eikörpers ausführt, so stellt sich in der einzelnen Furchungszelle (wenn sie eine längliche Gestalt hat) die Spindel in die Längsrichtung der Zelle ein, ein Vorgang, für welchen ich den Namen »Taxis« vorschlage.

Ich glaube, dass ein an den Centrosomen stattfindender physiologischer Vorgang, bei welchem das Protoplasma chemisch betheiligt ist, die Ursache für folgenden Komplex von Erscheinungen bildet:

Auftreten der Attraktionssphären, Entstehung der Strahlung, Abrundung des Zellkörpers und Aufhören der amöboiden Bewegungen, dann Einstellung (Taxis) der Kernspindel, Ausdehnung der Strahlung bis zur Peripherie des Zellkörpers und Theilung des Zellkörpers. Nach der Theilung geht die Aktivität der Centrosomen zurück, daher folgen dann die Rückbildung der Strahlen, das Kleinerwerden und Verschwinden der Attraktionssphäre und der Wiederbeginn der amöboiden Bewegungen. Man kann sagen, dass die Centrosomen zur Zeit ihrer Aktivität (also während der Kern- und Zelltheilung) das Plasma beherrschen, aber in der sogenannten Ruheperiode des Kerns keinen bemerkbaren Einfluss auf den Zellkörper ausüben.

V. Das zweizellige Stadium.

Ehe ich auf die Beschreibung der Furchung eingehe, will ich vorerst noch kurz angeben, in welchen Zeiträumen die bisher beschriebenen Vorgänge bei der vorliegenden Species (Diplogaster longicauda) ablaufen. Vom Eintritt des Eies in den Uterus bis zum Austritt des ersten Richtungskörpers vergeht nahezu eine Stunde, vom Austritt des ersten bis zum Austritt des zweiten Richtungskörpers dreiviertel Stunden; von diesem Zeitpunkt, bis die beiden Geschlechtskerne zur Berührung kamen, eine halbe Stunde bis eine Stunde, von da bis zum Sichtbarwerden der beiden Attraktionssphären 15—25 Minuten, von da bis zur ersten Zelltheilung (d. h. bis zur Durchschnürung des Zellkörpers) 15—25 Minuten. Von den Zellen des zweizelligen Stadiums wird sich die eine etwas früher theilen als die andere und ihre Theilung (Durchschnürung) vollzieht sich dreiviertel Stunden nach der ersten Theilung; einige Minuten später theilt sich dann die andere Zelle.

Bei der Zweitheilung des Eies und bei den folgenden Theilungen wird der Zellkörper durch eine cirkuläre Furche, welche immer tiefer einschneidet, in zwei Theile getheilt; erst nach vollzogener Theilung legen sich dann die Theilzellen mit breiter Fläche zusammen. Dies ist der normale Ablauf der Theilung; aber unter anormalen Umständen (insbesondere bei mangelnder Athmung) kann die Zelle auch unter Bildung einer Zellplatte ohne beträchtliche Einschnürung getheilt werden. Die Angabe von Carnoy, nach welcher die Zelltheilung bei den Nematoden stets durch die Bildung einer Zellplatte sich vollziehe, kann ich nicht bestätigen (Carnoy, La cytodiérèse de l'oeuf chez les Nématodes, La Cellule, Tome III, 1886, p. 79).

Über die Kerne und die Attraktionssphären im zweizelligen Stadium ist Folgendes zu berichten. Während der Zweitheilung des Eies haben die beiden Attraktionssphären ihre größte Ausdehnung und es

verbindet dieselben ein schmales helles Band, nämlich die Spindel im Dyasterstadium; in diesem Bande erscheinen die neuen Kerne[1]. Während die Attraktionssphären rasch kleiner werden, wachsen die Kerne heran; sie haben bei ihrem ersten Auftreten einen Durchmesser von 5 und erhalten allmählich einen Durchmesser von 10 Mikromillimeter, was einer Volumzunahme auf das Achtfache entspricht; die Kerne können sogar eine Größe von 13 Mikromillimeter im Durchmesser erreichen. AUERBACH giebt an, dass bei Rhabditis nigrovenosa nach der ersten Theilung der Durchmesser der Kerne von 5—8 auf 15—18 Mikromillimeter wachse (l. c. p. 224), und dies passt ganz gut zu meinen Beobachtungen. Es muss also der Kern eine sehr beträchtliche Flüssigkeitsmenge aus dem Zellkörper aufnehmen. — Zur Zeit wenn die Kerne groß geworden sind, ist von den Attraktionssphären nichts zu erkennen; erst wenn die neue Theilungsperiode beginnt, werden an jedem Kern zwei Attraktionssphären sichtbar[2].

[1] AUERBACH giebt eine ausführliche Beschreibung des Sichtbarwerdens der Kerne (bei Rhabditis nigrovenosa). Die Kerne erscheinen »im Stiele der karyolytischen Figur in zwei der Furchungsebene nahen Punkten«; sie sind Anfangs sehr klein, »dann wachsend, aber noch etwas unregelmäßig und unscharf begrenzt«; »allmählich runden sie sich unter weiterer Größenzunahme völlig ab und rücken zugleich langsam nach den Polen hin«. Unterdessen »schrumpft die karyolytische Figur allmählich zusammen«; »ihr Stiel verschmälert sich in dem Grade, dass sehr bald der Kern wie in einer lokalen Anschwellung des Stieles eingefügt erscheint«; »der Körper der Sonne (Attraktionssphäre) flacht sich zu einem konkav-konvexen Meniscus oder zu einer Scheibe ab, so dass er mit seinem Stiele eine pilzähnliche oder im mikroskopischen Bilde hammerförmige Gestalt gewinnt« (l. c. p. 224).

[2] Bei der Bildung der Spindel nimmt der Kern offenbar an Volumen ab, während die Attraktionssphären anwachsen; nach der Theilung nimmt der Kern an Größe zu, während die Attraktionssphären kleiner werden. Es kann wohl angenommen werden, dass dabei Stoffe aus dem Kern in die Attraktionssphären, beziehungsweise aus den Attraktionssphären in den Kern übergehen. Ich hebe daher aus einer Arbeit von BÜTSCHLI die folgenden Sätze hervor (BÜTSCHLI, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge etc. Abhandl. der SENCKENBERG'schen naturf. Gesellschaft. Bd. X. Frankfurt 1876).

»Je mehr ein Tochterkern wächst, desto mehr wird der Centralhof des ihm anliegenden Radiensystems verkleinert und der erstere rückt mehr und mehr an die Stelle des letzteren selbst; hieraus dürfte sich denn die gegründete Vermuthung ergeben, dass die Centralhöfe das Material zu dem Wachsthum der Kerne hergeben« (l. c. p. 412). Um das Volumen der entstehenden Spindel mit demjenigen des Kernes vergleichen zu können, hat BÜTSCHLI beide Gebilde in proportionalen Verhältnissen aus Wachs nachgebildet und dabei ergab sich Folgendes: »In der ersten Furchungskugel zweiter Generation von Cucullanus hatte der einfache Kern das Volumen einer Kugel von 23, die entsprechende Kernspindel kam hingegen nur dem Volumen einer Kugel vom Durchmesser 16 gleich, was nahezu das Verhältnis von 3 : 1 zwischen den Volumina des ursprünglichen Kerns und der Kernspindel

Die Zellen des zweizelligen Stadiums, sind von ungleicher Größe; wie schon im dritten Abschnitt gesagt wurde, liegt die kleinere stets an derjenigen Seite, wo die Kerne zusammentrafen, die größere an der anderen Seite, wo sich der Auswuchs befand; die größere Zelle zeigt an ihrem äußeren Rande noch einen hellen Saum, welcher daher rührt, dass dort der hyaline Rest des Auswuchses mit dem übrigen Zellkörper zusammenfloss. Die größere Zelle tritt stets früher in Theilung als die andere Zelle und auch ihre Abkömmlinge gehen denen der anderen Zelle in der Theilung voraus (Fig. 42—49).

Wenn die erste Theilung beendet ist und die Attraktionssphären klein geworden sind, zeigt die größere Zelle amöboide Bewegungen, welche manchmal bis zum Beginn der nächsten Theilung andauern; doch ändern diese Bewegungen die Form der Zelle nur wenig; meist bestehen sie nur darin, dass der Zellkörper gegen die kleinere Zelle auf einer Seite sich langsam vordrängt, so zu sagen einen plumpen Fortsatz treibt, welcher sich dann wieder zurückzieht; oder es entstehen mehrere kurze Auswüchse, welche gegen die kleinere Zelle gerichtet sind; auch sie treten bald wieder zurück. Ähnliche amöboide Bewegungen finden auch an der anderen Zelle statt. Bei jeder der beiden

ergiebt« (l. c. p. 402). »Sehen wir das Kernvolumen sammt Kernsaft mehr und mehr schwinden und in entsprechendem Maße die beiden Centralhöfe der Strahlensysteme wachsen, so scheint es nahe zu liegen, zwischen diesen beiden Thatsachen ein Wechselverhältnis zu vermuthen, so, dass nämlich der aus dem Kern austretende Kernsaft (Wasser plus vielleicht sehr wichtigen Stoffen) sich in den Centralhöfen der beiden Strahlensysteme anhäufe« (l. c. p. 408).

AUERBACH geht nach meiner Ansicht zu weit, indem er annimmt, dass die Attraktionssphären und die Strahlen der Sonne gänzlich aus der Substanz des Kernes gebildet würden. Er schreibt: »Die Strahlen um die Spitzen des Kernes (resp. der Spindel) sind eben der Ausdruck der Bahnen, innerhalb welcher feine Strömchen des Kernsaftes in das Protoplasma eindringen«; »indem an den einmal gewonnenen Ausströmungspunkten immer mehr Substanz nachdrängt, verlängern sich die Strahlen nicht bloß, sondern werden auch an ihrer Basis erweitert und fließen hier zu dem rundlichen, allmählich an Ausdehnung gewinnenden Raume zusammen, welcher den Körper der Sonne darstellt« (AUERBACH, l. c. p. 221). Es ist zu bedenken, dass man zu der Zeit, als AUERBACH diese Ansicht aussprach, noch nichts von der Existenz der Centrosomen wusste.

Von vielen neueren Beobachtern ist gesehen worden, dass der Kern kurz vor der Spindelbildung während des Anwachsens der Attraktionssphären an Volumen abnimmt. So schreibt O. HERTWIG von der Theilung der Samenmutterzellen von Ascaris megalocephala: »Die Kernblase ist, indem Kernsaft ausgetreten sein wird, im Ganzen etwas geschrumpft, die Membran hat in Folge dessen die pralle Spannung verloren und sich eingefaltet« (OSCAR HERTWIG, Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Nematoden. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXXVI. 1890. p. 38, dazu Taf. I, Fig. 24 u. 25).

Zellen hören die amöboiden Bewegungen stets auf, wenn die neue Theilung beginnt.

Aus der größeren Zelle gehen nur Ektodermzellen hervor, von der kleineren stammen das Entoderm, das Mesoderm, die Genitalzellen und noch einige Zellen, welche sich dem Ektoderm anschließen. Ich bezeichne also die größere Zelle als Ektodermzelle oder als animale Zelle; die andere Zelle Entodermzelle zu nennen wäre ungenau, eher kann man sie, da sie nun einmal einen Namen haben muss, als vegetative Zelle bezeichnen.

Im Allgemeinen sieht man in der vergleichenden Embryologie, dass, wenn das zweizellige Stadium zwei Zellen von ungleicher Größe aufweist, in der Regel die animale Zelle die kleinere ist und sich früher theilt als die vegetative; die letztere pflegt viel Dotter und relativ wenig Protoplasma zu enthalten[1]. Bei der vorliegenden Species ist es ebenfalls die animale Zelle, welche sich früher theilt als die vegetative, aber sie ist ein wenig größer als diese. Ich erinnere daran, dass sie an demjenigen Pole des Zellkörpers liegt, wo der hyaline Auswuchs mit dem übrigen Zellkörper zusammenfloss; man kann daher annehmen, dass die größere Zelle nicht nur absolut, sondern auch relativ zum Dottergehalt mehr Protoplasma enthält als die andere Zelle; aus dem relativ höheren Gehalt an Protoplasma kann man erklären, dass die Zelle sich früher theilt als die andere, da ja bekanntlich der relativ höhere Dottergehalt einer Zelle verzögernd auf die Theilung wirkt.

Sehen wir nun wie es sich hinsichtlich der Größe der beiden Zellen bei anderen Nematoden verhält. Auch bei Strongylus paradoxus ist die Ektodermzelle die dotterärmere; bei dieser Species sind die beiden ersten Furchungszellen von gleicher Größe, die Ektodermzelle enthält wenig Dotter und alle die großen Dotterkugeln befinden sich in der anderen Zelle; so berichten WANDOLLECK und SPEMANN übereinstimmend[2]. WANDOLLECK behauptet, dass sich manchmal das eine, manchmal das andere Blastomer zuerst theile, während SPEMANN sagt, dass »die Theilung wohl stets in der dotterarmen Zelle zuerst stattfindet«.

[1] Den Begriff des Protoplasma fasse ich in solchem Sinne auf wie ihn O. HERTWIG in seinem Buche über die Zelle (Jena 1893. Kap. II) darlegt. Als Zellkörper (= Zellsubstanz nach FLEMMING) bezeichne ich die Zelle unter Abrechnung des Kernes und der etwa vorhandenen Membran. Als Protoplasma bezeichne ich den Zellkörper nach Abrechnung des Kernes, der Centrosomen und sämmtlicher Einschlüsse der Zelle (Dotterkörnchen, etwa vorhandene Sekrettropfen, Exkretkörnchen, Vacuolen, etwa eingeschlossene Nahrungstheile etc.).

[2] BENNO WANDOLLECK, Zur Embryonalentwicklung des Strongylus paradoxus. Archiv f. Naturgesch. 58. Jahrg. Bd. I. 1892. p. 131. — SPEMANN, Zur Entwicklung des Strongylus paradoxus. Zoolog. Jahrbücher. Abth. f. Anat. u. Ontog. Bd. VIII. 1895. p. 301.

Bei Bradynema rigidum fand ZUR STRASSEN[1], dass die erste Furchungsebene das Ei in zwei ungleiche Hälften theilt; gewöhnlich trägt die kleinere Hälfte die beiden Richtungskörper; die kleinere Kugel sei die Ektodermzelle; die größere Kugel theile sich stets zuerst.

AUERBACH sah bei Rhabditis nigrovenosa, dass die Zellen des zweizelligen Stadiums etwas ungleich an Größe sind, und dass die größere derselben sich zuerst theile und auch ihre Theilzellen wieder den Abkömmlingen der anderen Zelle in der Theilung vorangehen. AUERBACH sagt, dass bei Rhabditis nigrovenosa die größere Zelle des zweizelligen Stadiums stets an demjenigen Pole liege, wo die Richtungskörper ausgetreten sind, was für Diplogaster longicauda nach den obigen Ausführungen nicht immer zutrifft. Wie AUERBACH giebt auch HALLEZ[2] an, dass bei Rhabditis nigrovenosa und anderen Nematoden im zweizelligen Stadium die Ektodermzelle stets an demjenigen Pole liege, an welchem die Richtungskörper austraten; nach HALLEZ ist die Ektodermzelle in der Regel die größere Zelle und theile sich früher als die andere; ausnahmsweise komme es aber auch vor, dass die Entodermzelle die größere sei und dann theile sich diese zuerst. Vielleicht handelt es sich in diesen Ausnahmefällen um eine Umkehrung der Polarität, wie ich sie bei Diplogaster longicauda beobachtete, wenn die beiden Geschlechtskerne in der vorderen Hälfte des Eies zusammenkamen. GOETTE, welcher ebenfalls Rhabditis nigrovenosa untersuchte, ist wie AUERBACH und HALLEZ der Ansicht, dass die Ektodermzelle stets an demjenigen Pol liege, an welchem die Richtungskörper austraten[3]. GOETTE behauptet dass die Ektodermzelle des zweizelligen Stadiums manchmal größer sei als die andere, manchmal kleiner, und dass sie sich manchmal früher theile, manchmal später.

Nach meinen Beobachtungen ist bei Rhabditis nigrovenosa in der Regel die animale Zelle die größere; es kann aber ausnahmsweise vorkommen, dass die vegetative Zelle die größere ist; ich habe dies ein einziges Mal gesehen. Ich lege also weniger Gewicht auf die Frage, welche Zelle die g r ö ß e r e ist, als vielmehr darauf, welche Zelle die a n i m a l e ist; da gilt nach meinen Beobachtungen bei Rhabditis nigrovenosa eben so sicher und ausnahmslos wie bei Diplogaster longicauda die obengenannte Gesetzmäßigkeit, dass die vegetative Zelle auf der-

[1] O. ZUR STRASSEN, Bradynema rigidum v. Sieb. Diese Zeitschr. Bd. LIV. 1892. p. 679.

[2] HALLEZ, Recherches sur l'embryogénie de quelques nématodes. Paris 1885 (Mém. de la Soc. des sciences de Lille 1886). p. 48, 49 u. 54.

[3] A. GOETTE, Entwicklungsgeschichte der Rhabditis nigrovenosa. in: Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer. Leipzig 1882. p. 60.

jenigen Seite liegt, wo die beiden Geschlechtskerne zusammenkamen; auch gilt stets das Gesetz, dass die animale Zelle sich zuerst theilt. Da die beiden Geschlechtskerne meistens in der hinteren Hälfte des Eies zusammenkommen, liegt die animale Zelle gewöhnlich an dem vorderen Pole, also an dem Richtungskörperpole.

An demjenigen Pol des Eies, an welchem im zweizelligen Stadium die animale Zelle (Ektodermzelle) lag, befindet sich später das Kopfende des entstehenden Embryo. Es wird von Auerbach für Rhabditis nigrovenosa und von Hallez für Rhabditis aceti angegeben, dass das Vorderende des Embryo an demjenigen Pol sich befindet, an welchem die Richtungskörperchen austraten. Diese Angabe ist dann zutreffend, wenn die Ektodermzelle des zweizelligen Stadiums am Richtungskörper-Pole liegt, was ja meistens der Fall ist. Goette ist der Meinung, dass das Hinterende des Embryo an denjenigen Pol zu liegen komme, an welchem die Ektodermzelle des zweizelligen Stadiums lag (l. c. p. 61). Ich habe mich aber sowohl bei Rhabditis nigrovenosa als auch bei einer anderen Rhabditis-Species[1] durch kontinuirliche Verfolgung der ganzen Entwicklung überzeugt, dass das Vorderende des Embryo an demjenigen Ende entsteht, an welchem die Ektodermzelle des zweizelligen Stadiums lag. Dasselbe wird von Spemann (l. c. p. 305) für Strongylus paradoxus angegeben.

Ich werde von jetzt an den Pol der animalen Zelle als den vorderen Pol des Embryo bezeichnen.

VI. Die nächste Theilung.

Unmittelbar nach der ersten Theilung lagen die beiden neuentstandenen Kerne und die Attraktionssphären symmetrisch zur Trennungsebene der Zellen. Wenn nach Beendigung der Theilung die Attraktionssphären klein geworden sind und die beiden Zellen sich mit breiterer Fläche zusammenlegen und wenn die vorhin genannten amöboiden Bewegungen stattfinden, so giebt es dabei Strömungen im Plasma, durch welche die Kerne mit ihren Attraktionssphären verschoben und gedreht werden; die Attraktionssphären liegen bald nicht mehr symmetrisch zur Trennungsebene[2]. Bei der Ektodermzelle ist die Drehung

[1] Ich konnte die Species nicht bestimmen, weil trotz der Anwesenheit zahlreicher Weibchen keine Männchen zu finden waren; es ist vielleicht eine noch unbeschriebene hermaphroditische Species.

[2] Bei Diplogaster longicauda wird die Attraktionssphäre sehr klein und ist in der zweiten Hälfte der Ruheperiode gar nicht mehr zu erkennen, während der

gewöhnlich eine geringe, die Attraktionssphäre bleibt gewöhnlich an der von der Theilungsebene abgewandten Seite; sie theilt sich dort in die beiden Attraktionssphären der neuentstehenden Spindel, wenn die beiden Centrosomen aus einander rücken; man sieht an Fig. 45 die beiden neuen Attraktionssphären, welche jetzt eben die Bildung der Spindel hervorrufen.

In der hinteren Zelle findet gewöhnlich eine größere Drehung des Kerns statt und die Attraktionssphäre rückt gewöhnlich an eine Seite des Kerns oder noch weiter gegen die Trennungsebene der Zellen hin; das Auseinanderrücken der beiden Centrosomen und die damit zusammengehende Theilung der Attraktionssphäre findet in der hinteren Zelle gewöhnlich an der gegen die Ektodermzelle gerichteten Seite des Kerns statt; man erkennt dies an Fig. 46, in welcher der Kern dieser Zelle eben in das Spindelstadium übergeht; man vergleiche das ähnliche Bild bei Rhabditis nigrovenosa Fig. 74. Da die entstehende Spindel sich nachher in die Längsrichtung der Zelle einstellt, so ist es für die weitere Entwicklung gleichgültig, welche Stellung die erste Anlage der Spindel haben mag[1].

Die Theilung der vorderen Zelle geht in folgender Weise vor sich. Die entstehende Spindel steht zuerst annähernd quer, d. h. annähernd senkrecht zur Längsachse des Eies; wenn dann die Spindel sich in die Länge streckt, nimmt der Zellkörper eine biskuitförmige Gestalt an und gleichzeitig schiebt sich der Zellkörper gegen die hintere Zelle hin vor, so dass die beiden Theilzellen eine schiefe Lage in der Eihaut einnehmen, wie Fig. 46 und Fig. 47 zeigen. Der Grund dieser Lageveränderung ist leicht einzusehen; wenn der Zellkörper sich in die Länge streckt um sich zu theilen, bietet die Eihaut in querer Richtung nicht genug Raum und folglich muss sich der Zellkörper in der bezeichneten Weise verschieben. Es betrug die Summe der beiden Durchmesser der zwei Zellen 45 Mikromillimeter, der quere Durchmesser der Eihaut nur 38 Mikromillimeter. Ganz richtig schrieb Goette (l. c. p. 65) in Bezug

Kern zu seiner vollen Größe heranwächst. Bei der Furchung der Seeigel aber habe ich deutlich gesehen, dass der neue Kern sich beim Kleinerwerden der Attraktionssphäre in dieselbe hinein bewegte und dass gleichzeitig die Attraktionssphäre sich in die Breite zog und theilte; die Theilung der Attraktionssphäre entspricht natürlich dem Auseinanderrücken der beiden Centrosomen; die beiden Attraktionssphären sind klein, aber bleiben stets sichtbar, bis sie sich stark vergrößern und die Pole der neuen Spindel bilden (Verhandl. d. D. Zoolog. Gesellschaft 1895 p. 68).

[1] Auerbach giebt für Rhabditis nigrovenosa an, dass die Spindel in der hinteren Zelle »in einer unbestimmten, d. h. in den einzelnen Eiern sehr verschiedenen Richtung« entsteht; am häufigsten bilde sie einen Winkel von 45° mit der Längsachse des Eies (l. c. p. 228).

auf Rhabditis nigrovenosa: »Die feste Eihaut widersteht einer Verlängerung der beiden ersten Blastomeren in querer Richtung, die Verlängerung und Theilung muss daher in schräger Richtung erfolgen.« Eine Messung bei Rhabditis nigrovenosa ergab, dass der quere Durchmesser der Eihaut 0,063 mm betrug, der Durchmesser der Ektodermzelle beim Beginn der Theilung 0,056 mm, die Summe der beiden Durchmesser unmittelbar nach der Durchschnürung 0,073 [1]. Man sieht bei Rhabditis nigrovenosa sehr deutlich, dass die Ektodermzelle sich zuerst in querer Richtung so weit streckt, bis sie jederseits die Eihaut berührt und dass dann der Zellkörper sich auf einer Seite an der Eihaut entlang vorschiebt; lebhafte Strömungen im Zellkörper begleiten diesen Vorgang. Betrachtet man während der Längsstreckung die Zelle in der Richtung, dass man gerade auf einen Pol der Spindel sieht, so bemerkt man die merkwürdige Art, wie die Spindel sich bewegt; dieselbe geht nicht einfach durch eine kleine Drehung in die schiefe Lage über, sondern der Pol der Spindel macht dabei eine kreisähnliche Bewegung, wie sie auf Fig. 74 durch die punktirte Linie angegeben ist; oder, wie ich es in einem anderen Falle sah, der Pol der Spindel geht mehrmals auf und ab, d. h. die Spindel oscillirt; eine solche Oscillation der Spindel kommt ja auch bei anderen Theilungen vor (vgl. p. 385).

Durch die Theilung der vorderen Zelle erfährt die hintere Zelle eine solche Veränderung ihrer Form, dass die längste Dimension derselben parallel der Streckung der vorderen Zelle liegt; die Kernspindel der hinteren Zelle stellt sich annähernd in die Richtung der längsten Dimension der Zelle und daher erfolgt die Theilung der hinteren Zelle annähernd parallel der Theilung der vorderen Zelle (Fig. 47). Nachdem die Theilungen beendet sind, legen sich die Zellen mit breiten Flächen an einander, wie Fig. 48 zeigt.

Bei Rhabditis nigrovenosa sieht man in der hinteren Zelle deutlich die Stellungsänderungen, welche die Theilungsspindel bis zum Vollzug der Theilung erfährt. In dem Falle, welcher in Fig. 75—77 abgebildet ist, bewegte sich die junge Spindel (welche eine Distanz der Centren von 0,025 mm hatte) in den oberen Theil der Zelle und kehrte dann wieder nach unten hin zurück; unterdessen streckte sie sich auf eine Distanz der Centren von 0,04 mm [2]. Dann führte sie einige Oscil-

[1] Wenn man aus einer Kugel zwei einander gleich große Kugeln macht, so verhält sich der Durchmesser einer kleinen Kugel zu dem der großen Kugel wie 4 zu 5; die Summe der beiden Durchmesser der kleinen Kugeln verhält sich folglich zu dem Durchmesser der großen Kugel wie 5 : 8. Die obigen Zahlen zeigen nicht ganz genau dieses Verhältnis, da die Zellen nicht genau Kugelgestalt haben.

[2] Die gestreckte Spindel entspricht dem Dyaster-Stadium, wie die Fig. 63 erkennen lässt, welche dieses Stadium von Rhabditis nigrovenosa nach einem

lationen aus, indem die Centren sich mehrmals herüber und hinüber bewegten (der untere und der obere Pol im entgegengesetzten Sinne); unterdessen bereitete sich die Einschnürung des Zellkörpers vor und mit dem Einschneiden derselben nahm die Spindel die definitive Stellung an, bei welcher der untere Pol ein wenig unter der Mitte des Zellkörpers, der obere ganz deutlich eine kleine Strecke unter der Mitte des Zellkörpers sich befand. Der sonst oft bestätigte Satz, dass das Theilungscentrum zur Zeit der Durchschnürung des Zellkörpers im Centrum der Theilzelle steht, trifft hier offenbar nicht zu (vgl. p. 399).

Von den beiden Theilzellen der hinteren Zelle bezeichne ich die vordere als Ento-Mesodermzelle, da sie das Entoderm und das Mesoderm erzeugt. Die hintere kann man nach der Bezeichnungsweise von Boveri die »Stammzelle« nennen.

Dies ist der normale Ablauf der Theilungen. Ich muss jetzt auf die Ausnahmefälle eingehen.

Auerbach berichtet, dass bei Rhabditis nigrovenosa manchmal in der oberen Zelle eine Theilung in querer Richtung und in der unteren Zelle eine Theilung in der Quer- oder in der Längsrichtung des Eies eintrat, so dass ein bilateral symmetrisches Bild entstand (l. c. p. 232, Fig. 20—23). Ich glaube, dass solche Theilungen nur unter ganz besonderen Umständen eintreten; die genaueren Bedingungen ihres Vorkommens können aber aus der Beschreibung von Auerbach nicht ersehen werden[1]. Was die Theilung der hinteren Zelle betrifft, so

Präparat zeigt, das nach der Vorschrift von Herla mit Essigsäure-Alkohol, Vesuvin und Malachitgrün behandelt war (V. Herla, Études sur les variations de la Mitose. Archives de Biologie. Bd. XIII. 1893. p. 425).

[1] Es kann sein, dass die betreffenden Eier durch Druck stark abgeplattet waren oder sonst von der normalen Form abwichen. Nach der Zeichnung von Auerbach hätten sich in den bezüglichen Fällen die Kernspindeln nicht bis zu der Länge gestreckt, wie es nach seinen anderen Bildern in den normalen Fällen geschah. Ich komme daher zu der Vermuthung, dass die in Frage stehenden Zeichnungen von Auerbach die Kontouren und Dimensionen der Zellen und ihrer Theile nicht genau angeben. War das Ei anormal verkürzt und verbreitert, so können daraus die Theilungen erklärt werden, welche Auerbach's Fig. 20—23 darstellen; ich habe selbst einmal bei einem Ei von anormaler, nahezu kugeliger Form gesehen, dass die Theilungsrichtung der unteren Zelle senkrecht zur Theilungsrichtung der oberen Zelle war, wie in Auerbach's Fig. 20 u. 21. Wenn das Ei gedrückt war und das umgebende Wasser nicht gewechselt wurde, also die Athmung des Eies ungenügend war, so konnte auch dadurch eine Theilung in anormaler Richtung veranlasst werden. Unter solchen Umständen befand sich das Ei, welches ich in Fig. 64 u. 65 abgebildet habe. Die ganze Theilung war verlangsamt, bei der Streckung der Spindel nahm der Zellkörper die eigenthümliche Form Fig. 64 an und nach Beendigung der Theilung ergab sich das Bild Fig. 65; es waren also zwei neben einander liegende Zellen entstanden, wie bei Auerbach's Fig. 21 u. 23.

giebt es zwar einige Nematoden, bei welchen dieselbe in der Längsrichtung des Eies erfolgt [z. B. bei Ascaris megalocephala (nach Hallez l. c.) und bei Bradynema rigidum (nach zur Strassen l. c.)], aber ich glaube, dass ein solches Verhalten bei den Rhabditis-Species nur ausnahmsweise vorkommt[1].

Ich will nun einen Fall beschreiben, welcher für das Verständnis der mechanischen Vorgänge sehr instruktiv ist, da man deutlich erkennt, dass die exceptionelle Form der Zelle eine ungewöhnliche Theilung nach sich zog. Bei einem stark gepressten Exemplar von Diplogaster longicauda waren Theile des Darmes und des Uterus durch den Anus ausgetreten und ein Ei war so an den Anus zu liegen gekommen, dass die Eihaut bruchsackartig ein wenig aus der Öffnung heraustrat. Da der Körper des Wurmes bekanntlich am Hinterende zugespitzt ist und in der Analgegend schon beträchtlich sich verschmälert, hatte das Ei eine etwas verlängerte und verschmälerte Gestalt erhalten; der vordere Theil des Eies war nach dem spitzen Ende des Wurmes hin gerichtet und folglich am meisten eingeengt. Die Zweitheilung des Eies fand in normaler Weise statt, wie Fig. 51 zeigt; beiläufig will ich bemerken, dass bis kurz vor dem Stadium der Fig. 50 der Zellkörper am Anus weit in die Ausstülpung der Eihaut hineinragte, aber in diesem Stadium sich zurückzog; ich deute diese Beobachtung in dem Sinne, dass sich das Protoplasma zur Zeit der Theilung um die in den Attraktionssphären liegenden Centrosomen kugelig zusammenzieht (vgl. p. 386). Im zweizelligen Stadium trat in der vorderen Zelle eine Spindel auf, welche in einer Querrichtung der Zelle nahezu vertikal zur Bildfläche lag; diese Spindel hatte also zunächst eine normale Lage, sie machte aber dann eine überraschende Bewegung; sie schwankte drei bis viermal hin und her (führte also eine oscillierende Bewegung aus, wie eine solche schon oben erwähnt wurde p. 385) und drehte sich dann ziemlich rasch (in wenigen Sekunden) unter lebhafter Strömungsbewegung des ganzen Zellkörpers in die Längsrichtung des Eies; wie die Zeichnung zeigt, war dies die Richtung, in welcher der Zellkörper seine größte Ausdehnung hatte. Wir sehen also hier ein deutliches Beispiel, dass die Richtung der Theilung einer Zelle nicht durch eine

[1] Bütschli sah bei Rhabditis dolichura Schn. eine Längstheilung der hinteren Zelle des zweizelligen Stadiums (Beiträge zur Kenntnis der freilebenden Nematoden. Nova acta. Vol. XXXVI. Taf. XXVI, Fig. 61 *c III*); ich bin geneigt, diesen Fall für einen exceptionellen zu halten; denn offenbar ist die Furchung dieser Rhabditis-Species derjenigen von Diplogaster sehr ähnlich. Die Figuren von Bütschli passen sehr gut zu meinen Beobachtungen, wenn man sie in folgender Reihenfolge betrachtet: Fig. 61 *d VII*, *VIII*, *IX*, *XI*, 61 *c I*, *IV* (umgekehrt), *V*.

innere Veranlagung, sondern durch die Form der Zelle bestimmt ist. Die Theilung der hinteren Zelle geschah in normaler Weise; sie folgte der Theilung der vorderen Zelle und zog eine Verschiebung der beiden ersten Theilzellen nach sich, so dass die vier Blastomeren des vierzelligen Stadiums so ziemlich die normale Lage hatten (Fig. 53—55). Nachdem die Theilung der hinteren Zelle abgelaufen war, folgte wieder die Theilung in den beiden vorderen Zellen; und zwar ging diese in vertikaler Richtung (senkrecht zur Bildfläche) vor sich. Im Stadium der Fig. 56 sind als Abkömmlinge der vorderen Zelle vier Zellen, zwei obere und zwei untere vorhanden, als Abkömmlinge der hinteren Zelle zwei Zellen; letztere treten eben in Theilung ein und zwar wird sich die Spindel in der hintersten Zelle in querer Richtung stellen, die Spindel der anderen Zelle steht gemäß der langgestreckten Form der Zelle parallel der Längsachse des Eies.

VII. Die weitere Furchung und die Gastrulation.

Bei der Species, auf welche sich die bisherige Darstellung hauptsächlich bezieht, nämlich bei Diplogaster longicauda, habe ich die Furchung nur durch wenige Stadien verfolgt. Man sieht in Fig. 48 das Vierzellenstadium und in Fig. 49 das Sechszellenstadium, welches dadurch entstanden ist, dass die beiden Ektodermzellen sich soeben getheilt haben.

Bei Rhabditis nigrovenosa habe ich die Furchung am lebenden Objekt bis zur Gastrulation beobachtet[1]; ich will über dieselbe eingehend berichten, da in der bezüglichen Darstellung von Goette nur schematische Abbildungen gegeben sind und der Vorgang der Gastrulation dort nicht ganz richtig beschrieben ist[2]. Die Furchung von Rhabditis nigrovenosa stimmt in hohem Grade mit der Furchung von Strongylus paradoxus überein, wie sie vor Kurzem von Spemann beobachtet worden ist[3]; ich habe eine ähnliche Farbenbezeichnung gewählt wie Spemann, um die Übereinstimmung der Vorgänge auffällig zu machen. Wie Spemann sagt, verläuft die Furchung von Ascaris megalocephala nach den Beobachtungen von Boveri fast ganz eben so wie diejenige

[1] Um die einzelnen Zellen mit Sicherheit verfolgen zu können, muss man starke Vergrößerung verwenden; die Figuren auf Taf. XIX sind mit dem Zeichenapparat bei dem Objektiv Seibert homogene Immersion $^1/_{12}$ gezeichnet und dann photographisch verkleinert.

[2] Goette, Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer. Leipzig 1882. p. 59—81. Goette's Fig. 1—8 passen zu meinen Fig. 72—80.

[3] Spemann, Zur Entwicklung des Strongylus paradoxus. Zoolog. Jahrbücher, Abth. f. Anat. u. Ontog. Bd. VIII. 1895.

von Strongylus paradoxus [1]; demnach ist jetzt bei drei Nematoden aus verschiedenen Familien (Rabditis nigrovenosa, Strongylus paradoxus, Ascaris megalocephala) dieselbe Art der Furchung konstatirt.

Auf Tafel XIX sind die Ektodermzelle im zweizelligen Stadium und ihre Abkömmlinge in den folgenden Stadien gelb gemalt; die Ento-Mesodermzelle im vierzelligen Stadium und ihre Abkömmlinge in den folgenden Stadien sind blau gehalten; der Zellkörper vor der ersten Theilung ist mit einem grauen Ton übergangen; eben so die vegetative Zelle des zweizelligen Stadiums, die hinterste Zelle des vierzelligen Stadiums und weiterhin diejenigen Zellen, welche nach der Benennung von Boveri als »Stammzellen« bezeichnet werden; damit die Tafel nicht gar zu viele Farbeplatten erfordere, ist derselbe graue Ton auch noch für einige Zellen verwendet, die nicht zu den »Stammzellen« gehören.

Im vierzelligen Stadium erfolgt zunächst die Theilung der beiden Ektodermzellen [2]; einige Minuten später theilt sich die Ento-Mesodermzelle und noch etwas später die hinterste Zelle (»Stammzelle«); man sieht in Fig. 80 drei von den vorhandenen vier Ektodermzellen, ferner die beiden Theilzellen der Ento-Mesodermzelle und die beiden Zellen, welche aus der hintersten Zelle hervorgehen; die letztgenannte Theilung ist stets eine inäquale, und es entsteht eine kleinere ventrale und eine größere dorsale Zelle; die größere ist roth gemalt; in den Abbildungen von Spemann (l. c.) ist die entsprechende Zelle ebenfalls durch einen röthlichen Ton gekennzeichnet. Die Theilprodukte der rothen Zelle werden dem Ektoderm zugehören (sekundäres Ektoderm).

[1] Boveri hat von seinen Beobachtungen bis jetzt nur das Endergebnis publicirt (Boveri, Über die Entstehung des Gegensatzes zwischen den Geschlechtszellen und den somatischen Zellen bei Ascaris megalocephala. Sitzungsb. d. Gesellschaft für Morphol. u. Phys. zu München. Bd. VIII. 1892. p. 120).

[2] Fig. 66 zeigt ein vierzelliges Stadium, bei welchem die Theilung der Zellen durch das Auseinanderrücken der Centren eingeleitet ist (Präparat mit Essigsäure-Alkohol, Vesuvin und Malachitgrün in verdünntem Glycerin). Man sieht nur die Attraktionssphären; die Centrosomen waren an dem Präparat nicht zu erkennen. Bei den beiden Ektodermzellen sind die Centren schon beträchtlich von einander entfernt, das eine Centrum liegt höher als der Kern, das andere befindet sich in der Tiefe; die Centren haben nur eine kurze Strahlung, aber sie werden bald eine stärkere Strahlung entwickeln und gleichzeitig den Kern zwischen sich ziehen und ihn in die Spindel umgestalten. In der Ento-Mesodermzelle sind die Centren auch schon deutlich sichtbar, aber sie haben sich noch nicht so weit von einander entfernt wie in den Ektodermzellen. In der hinteren Zelle (Stammzelle) sind noch nicht zwei Centren erkennbar, aber man sieht neben dem Kern seitlich eine Stelle, an welcher der Zellkörper eine dichtere Struktur hat und es ist naheliegend anzunehmen, dass diese dunklere Stelle die beiden Centrosomen enthält, welche nachher bei ihrem Auseinanderrücken zwei Attraktionssphären erzeugen werden.

Über den Ablauf der eben erwähnten Theilungen möchte ich Folgendes bemerken. Bei der Theilung der Ento-Mesodermzelle ist manchmal die eine der beiden Theilzellen beim Beginn der Einschnürung beträchtlich kleiner als die andere und nimmt dann noch während des weiteren Einschneidens der Theilung an Größe zu, indem Zellsubstanz aus der größeren Zelle herüberfließt. Schließlich sind die beiden Zellen nahezu gleich groß, doch ist in der Regel die obere Zelle ein wenig kleiner als die untere.

Unmittelbar nach dem Vollzug der Durchschnürung zeigt die untere Zelle amöboide Bewegung und zwar tritt an dem der Trennungsebene entgegengesetzten Theile der Zelle ein pseudopodienartiger hyaliner Fortsatz hervor, welcher sich eine Strecke weit über die kleine hinterste Zelle erstreckt (Fig. 80) und nachher wieder zurückgeht.

Bei den beiden hintersten Zellen befinden sich die Centren der Kerntheilungsfigur während der Durchschnürung der Zelle nicht in der Mitte ihrer zugehörigen Zellkörper; insbesondere in der kleineren Zelle ist es sehr auffallend, dass die Attraktionssphäre von der Trennungsebene der Zellen weiter entfernt ist als von der gegenüberliegenden Oberfläche der Zelle (vgl. p. 395). Merkwürdigerweise tritt dann unmittelbar nach der Theilung gerade an dieser der Theilungsebene gegenüberliegenden Oberfläche amöboide Bewegung auf und es entsteht hier ein kurzer hyaliner Fortsatz, welcher nachher wieder eingezogen wird.

Die Theilung der hintersten Zelle des vierzelligen Stadiums ist, wie oben schon gesagt wurde, eine ganz auffallend inäquale und dennoch ist nichts davon zu erkennen, dass die eine Zelle mehr Dotter erhalte als die andere; es scheint, dass die Zellsubstanz beider Zellen in gleicher Weise mit Dotterkügelchen beladen ist. Man kann daher die inäquale Theilung nicht wohl in der gewöhnlichen Weise erklären, indem man sagt, dass beide Zellen eine ähnliche Menge von Protoplasma und eine ungleiche Menge von passivem Deutoplasma enthalten. Ich bin daher zu der Hypothese gekommen, dass die beiden Centren eine ungleiche Kraft haben; ich glaube also, dass die Centrosomen an den beiden Polen der Spindel nicht eine gleich starke, sondern eine ungleiche Wirkung auf das Protoplasma ausüben und dass also schon die aus einander rückenden Centrosomen etwas different sind; die entstehende Differenzirung der Zellen würde also durch eine Differenzirung der Centrosomen eingeleitet.

Es wäre also für manche Fälle inäqualer Theilung anzunehmen, dass die Centren während des ganzen Verlaufs der Theilung von ungleicher Kraft seien; diese Hypothese ist wohl zulässig, denn es haben

Flemming und Hermann beobachtet, dass bei der gewöhnlichen Zelltheilung die beiden Polstrahlungen Anfangs von ungleicher Größe sein können[1]; wenn demnach die Centrosomen bei der Entstehung der Spindel eine ungleiche Kraft zeigen können, so darf man auch annehmen, dass sie in manchen Fällen während der ganzen Mitose von ungleicher Stärke sein und folglich eine inäquale Theilung herbeiführen können. Ich habe in einer früheren Publikation gesagt, bei der Zelltheilung stelle sich die Kernspindel so, dass die von dem Protoplasma auf den Pol der Spindel ausgeübte Anziehungskraft jederseits gleich ist[2]; dies gilt für den gewöhnlichen Fall, dass die Wechselwirkung zwischen den Centrosomen und dem Protoplasma an den beiden Polen von derselben Intensität ist; ist diese Kraft an den beiden Polen ungleich, so muss der Satz folgende Form annehmen: bei der Zelltheilung ist die Stellung der Kernspindel durch die relative Intensität der an den Polen stattfindenden Vorgänge gesetzmäßig bedingt.

Nachdem die bisher beschriebenen Theilungen vollzogen sind, kommen die Ektodermzellen wieder an die Reihe sich zu theilen. Während die Ektodermzellen sich zusammengezogen haben um sich zu theilen, sind die beiden Ento-Mesodermzellen auf eine große Fläche ausgebreitet (Fig. 81); wenn dann diese beiden Zellen in Vorbereitung der Theilung sich kugelig zusammenziehen, breiten sich die Ektodermzellen aus; man kann bei der Beobachtung der weiteren Entwicklung noch oft sehen, dass die in Theilungsruhe befindlichen Zellen sich in der Fläche ausdehnen, während die in die Theilung eintretenden Zellen sich kugelig zusammenziehen. — Fig. 81 zeigt den Moment der Theilung der vier Ektodermzellen, und es sind drei Theilungspaare sichtbar; Fig. 82 stellt den Moment der Theilung der beiden Ento-Mesodermzellen dar; die beiden Zellen theilen sich nicht in gleicher Richtung, sondern ihre Theilungsrichtungen stehen schief zu einander und bilden so zu sagen ein schiefwinkliges Kreuz mit einander; in Folge dessen sind dann die beiden Theilzellen der hinteren Ento-Mesodermzelle hinter einander (in der Richtung der Medianebene), die beiden anderen Theilzellen aber vor jenen seitlich rechts und links gelagert; die beiden ersteren Zellen werde ich weiterhin als Entodermzellen bezeichnen, da sie nach ihrer nächsten Theilung das Entoderm der Gastrula bilden. Die beiden anderen Zellen bezeichne ich mit Spemann als Mesoderm-

[1] Flemming, Neue Beiträge zur Kenntnis der Zelle Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XXXVII. 1891. p. 711. — Hermann, Beiträge zur Lehre von der Entstehung der karyokinetischen Spindel. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXVII. 1891. p. 575.

[2] H. E. Ziegler, Über Furchung unter Pressung. Verhandl. der Anatom. Gesellschaft. 1894. p. 140.

zellen, obgleich ich mich noch nicht vollständig überzeugt habe, dass sie lediglich das Mesoderm liefern.

Wenn durch die bisher beschriebenen Theilungen acht Ektoderm-, zwei Entoderm- und zwei Mesodermzellen entstanden sind, treten auch die beiden noch übrigen Zellen in Theilung ein, die rothe und die graue; die rothe theilt sich gewöhnlich ein klein wenig früher als die graue; die Theilung der rothen Zelle erfolgt bei dem vorliegenden Objekt annähernd in der Längsrichtung des Embryo, während die entsprechende Zelle bei Strongylus paradoxus nach SPEMANN sich quer zur Längsachse des Embryo theilt (l. c. p. 306). Man sieht die Theilung der rothen Zelle an Fig. 84, welche eine Ansicht des Embryo von links oben gesehen darstellt; in Fig. 83 und 85 sind die Embryonen von rechts unten gesehen und ist daher die Theilung der rothen Zelle nur durch punktirte Linien dargestellt, da die Zelle der abgewandten Seite (der linken Seite der Blastula) angehört. Die Theilung der grauen Zelle ergiebt zwei Theilzellen von gleicher oder fast gleicher Größe, während die entsprechende Theilung bei Strongylus paradoxus nach SPEMANN eine ganz kleine Zelle (»Geschlechtszelle«) und eine große ergiebt; ich bezeichne diejenige Zelle, welche der kleinen Zelle von Strongylus paradoxus entspricht, mit dem Buchstaben *G*, die andere mit dem Buchstaben *D*; die letztere ist in der Darstellung von SPEMANN ebenfalls mit diesem Buchstaben versehen. Nach der Benennung von BOVERI heißt die Zelle *D* Ursomazelle *IV(S4)*, die Zelle *G* Stammzelle *IV(P4)*; BOVERI giebt für Ascaris megalocephala an, dass erst bei der nächsten Theilung der Stammzelle die Urgenitalzelle und die letzte Ursomazelle gebildet werden, während von SPEMANN bei Strongylus paradoxus schon die Zelle *G* als Urgenitalzelle aufgefasst und »Geschlechtszelle« genannt wird. Die Zellen, welche später durch Theilung der Zelle *D* entstehen, gehören dem Ektoderm zu (tertiäres Ektoderm).

Nach den beschriebenen Theilungen folgt wieder eine Theilung der Ektodermzellen; es sind dann 16 Ektodermzellen vorhanden; sodann folgt die Theilung der beiden Mesodermzellen und bald darauf die Theilung der beiden Entodermzellen (Fig. 86). Nicht lange danach theilt sich die hintere von den beiden roth bezeichneten (sekundären) Ektodermzellen; ihre beiden Theilzellen sind diejenigen Zellen, welche von GOETTE (l. c. p. 62 u. Fig. 15) als Schwanzzellen bezeichnet worden sind[1]; die Theilung der vorderen der beiden rothen Zellen folgt bald nach.

[1] Wie aus seiner Figurenbezeichnung hervorgeht, ist SPEMANN der Ansicht, dass die beiden Schwanzzellen nicht durch die Theilung der einen der beiden rothen Zellen entstehen, sondern dass sie von beiden herkommen; demnach verhält sich in dieser Hinsicht Strongylus paradoxus anders als Rhabditis nigrovenosa.

Ich möchte besonders hervorheben, dass bis zu dem jetzt erreichten Stadium mit 30 Zellen (16 Ektoderm-, 4 Entodermzellen, 4 Mesodermzellen, 4 sekundäre Ektodermzellen, ferner die Zelle *G* und die Zelle *D*) keinerlei Einstülpung oder Umwachsung von Zellen stattfindet; dieses Stadium ist also noch als Blastulastadium aufzufassen; die Blastula hat eine einschichtige Wand und umschließt nur einen minimalen Hohlraum.

Betrachten wir nun Fig. 87; die Ektodermzellen sind in Theilung und wenn alle Theilungen derselben vollzogen sind, werden 32 Ektodermzellen vorhanden sein. Nach dieser Theilung der Ektodermzellen findet die Gastrulation statt. Man sieht an Fig. 87 jederseits ein Paar von Mesodermzellen, und in der Mitte zwei hinter einander liegende Paare von Entodermzellen; diese vier Entodermzellen sind schon zum Theil von den Mesodermzellen überdeckt; sie sinken nämlich in der nächsten Zeit in die Tiefe und werden überwachsen. Der Vorgang der Gastrulation läuft also in derselben Weise ab, wie ihn SPEMANN bei Strongylus paradoxus beobachtet hat. — Hinter den Entodermzellen bemerkt man die Zellen *G* und *D*; die erstere ist groß ausgebreitet und erstreckt sich von hinten her mehr und mehr über die Entodermzellen nach vorn. Hinter der Zelle *G* sieht man die Zelle *D*, welche soeben in Theilung begriffen ist, es entstehen zwei seitlich symmetrische Zellen. Man könnte denken, dass jetzt auch die Zelle *G* als die Schwesterzelle von *D* in Theilung eintreten werde; die Theilung dieser Zelle findet aber erst beträchtlich später statt.

Einige Zeit nach der Theilung der Ektodermzellen beginnen auch die beiden Mesodermzellenpaare in Theilung einzutreten; während sie sich kugelig zusammenziehen und dann strecken und theilen, findet das Einsinken der vier Entodermzellen statt; in dem Maße als die Entodermzellen in der Tiefe verschwinden, rücken die Mesodermzellen von den Seiten her zusammen und schiebt sich dem entsprechend von den Seiten auch das an sie anstoßende Ektoderm vor[1]. Man erhält dann ein Bild wie es Fig. 88 zeigt; man sieht noch einen kleinen Theil der eingestülpten Entodermzellen, nämlich die Stelle, wo die vier Zellen des Entoderms zusammenstoßen; den Rand des Blastoporus nehmen die acht Mesodermzellen ein, welchen sich median von hinten her die Zelle *G* einfügt.

[1] Ich stelle mir die Mechanik des Gastrulationsvorganges so vor, dass die Ektodermzellen nach ihrer Theilung sich abflachen und in Folge dessen ausbreiten; dabei schieben sie die Mesodermzellen über die Entodermzellen herüber. Es kann dies um so eher geschehen, da die Mesodermzellen zum Zweck der Theilung sich kugelig zusammengezogen und dabei an die Oberfläche des einschichtigen Epithels emporgehoben haben.

Diese Zelle *G*, welche bisher flach ausgebreitet und groß war, zieht sich allmählich zusammen und wird kleiner als irgend eine der Mesodermzellen; dann theilt sie sich und ihre beiden Theilzellen fügen sich den Mesodermzellen ein, wie es in den späteren Stadien Fig. 89 und 90 zu sehen ist.

Jetzt folgt wieder eine Theilung der Ektodermzellen; es ist dies die sechste Theilung der Ektodermzellen und es entstehen jetzt 64 Zellen. Gleichzeitig bemerkt man auch eine Theilung der zwei Schwanzzellen (Fig. 89), so dass in den nächsten Stadien vier Schwanzzellen zu sehen sind (Fig. 90).

Bald nach der ebenerwähnten Theilung der Ektodermzellen findet eine Theilung der beiden Zellen *D* statt (Fig. 90). Gleichzeitig beginnt die Einsenkung von Mesodermzellen. Jederseits verschwindet die Zelle M_{III} zuerst (Fig. 90); fast zur selben Zeit treten die Zellen M_I und M_{II} in Theilung ein (die Abrundung der Zellen deutet die bevorstehende Theilung an). Es schien mir dass die Zelle M_{III}, sobald sie in die Tiefe gesunken ist, ebenfalls sich in der Längsrichtung des Embryo theilt. Die beiden Theilzellen der Zelle M_{II} legen sich median zusammen, so dass die Vertiefung, in welcher die Entodermzellen versanken, ganz verschlossen wird. Unterdessen theilt sich auch die Zelle M_{IV} und ihre Theilzellen senken sich während oder nach der Theilung ein und verschwinden von der Oberfläche.

Dann folgt die neue Theilung der Ektodermzellen (Theilung von 64 Zellen zu 128). Während dieser Theilung beginnt die Einsenkung der vorhin genannten Theilzellen der Zelle M_{II}, und gleichzeitig verkleinern sich die beiden Genitalzellen (die Theilzellen der Zelle *G*); die Theilzellen der Zelle M_{II} und die Genitalzellen ziehen sich in die Tiefe; an der Stelle, wo sie verschwinden, ist zunächst eine schmale Einsenkung von lancettlicher Form vorhanden[1], die aber bald durch das Zusammenrücken der seitlichen Zellen geschlossen wird. Ob die Theilzellen der Zelle M_I ebenfalls eingesenkt werden und wann dies geschieht, kann ich nicht bestimmt angeben; sie bleiben an der Oberfläche, während die Zellen M_{III} und M_{IV} versinken; es ist mir wahrscheinlich, dass sie zur gleichen Zeit einsinken wie die Theilzellen von M_{II}.

Nach der Beobachtung von Spemann werden bei Strongylus paradoxus alle vier Zellen M_I—M_{IV} oder ihre Theilzellen in das Innere eingesenkt und bilden das Mesoderm des entstehenden Embryo (l. c.

[1] Zu gleicher Zeit ist im vorderen Theile des Embryo ebenfalls eine Einsenkung vorhanden, welche durch die Bildung des Ösophagus veranlasst ist.

p. 312); die Zellen *MIII* und *MI* werden nach Spemann zuerst eingesenkt.

Mit der Einstülpung der Genitalzellen verhält es sich bei Rhabditis nigrovenosa etwas anders als bei Strongylus paradoxus; wie Spemann angiebt, theilt sich bei letzterem Wurm die Zelle *G* erst dann, wenn sie schon eingesunken ist; sie sinkt früher in die Tiefe. Wie oben gesagt wurde, theilt sich bei Rhabditis nigrovenosa die Zelle *G* lange bevor ihre Theilzellen in die Tiefe gehen; erst nach der siebenten Theilung der Ektodermzellen verschwinden die beiden Theilzellen der Zelle *G* von der Oberfläche der Gastrula.

Bei älteren Embryonen von Rhabditis nigrovenosa, welche sich schon in die Länge strecken und umkrümmen, sieht man an der Biegungsstelle jederseits vom Darm eine große Zelle, welche offenbar die Anlage des Keimorgans der betreffenden Seite darstellt; ich bestätige hinsichtlich dieses Punktes die Figuren von Goette l. c. Taf. III, Fig. 20 und Taf. IV Fig., 32. Man kann annehmen, dass diese beiden Zellen die Genitalzellen des oben beschriebenen Stadiums sind, also die Theilzellen der Zelle *G*, welche nach der siebenten Theilung der Ektodermzellen in die Tiefe einsanken. Ich halte dies für wahrscheinlich, kann es aber nicht bestimmt behaupten, da ich die Zellen in der zwischenliegenden Zeit nicht verfolgt habe. Die Beobachtungen von Spemann gehen in dieser Hinsicht nicht weiter als die meinigen und Spemann trägt doch kein Bedenken die beiden Theilzellen der Zelle *G* als die Geschlechtszellen zu betrachten (l. c. p. 313).

Jetzt wollen wir zum Schluss noch einen übersichtlichen Blick auf die Periodicität der Theilungen werfen. Die Ektodermzellen theilen sich in den beschriebenen Stadien stets annähernd gleichzeitig; freilich ist diese Gleichzeitigkeit keine so vollständige, dass die Zellen alle die Theilung mit einander in den gleichen Phasen durchmachten, sondern die eine Zelle kann schon am Ende der Theilung stehen, während die andere eben erst zur Theilung sich abrundet.

Die Perioden zwischen den Theilungen der Ektodermzellen werden im Verlauf der Entwicklung successive länger; es vergehen von der Bildung der Ektodermzelle (animalen Zelle) im zweizelligen Stadium bis zur nächsten Theilung (Durchschnürung der Ektodermzelle) 40—45 Minuten, bis zur nächsten Theilung (Entstehung von 4 Zellen) 60—65 Minuten; zwischen der dritten und vierten Theilung der Ektodermzellen und zwischen der vierten und fünften Theilung liegt eine Zeit von 60—80 Minuten und die nächste Theilung findet nach einem noch etwas längeren Zeitraum statt. Selbst-

verständlich kommt es nur auf das relative Verhältnis der Zeitangaben an; denn wenn das Ei nicht genug Sauerstoff erhält, so verlaufen die Vorgänge viel langsamer; natürlich ist die Geschwindigkeit der Entwicklung auch von der Temperatur abhängig.

Bei den Abkömmlingen der vegetativen Zelle sind die Theilungen etwas verspätet im Vergleich mit denen der animalen Zelle; schon die erste Theilung der vegetativen Zelle erfolgt um einige Minuten später als diejenige der animalen Zelle. Verfolgen wir die Linie der Entodermzellen, so ergeben sich stets längere Perioden als bei den Ektodermzellen und diese Perioden nehmen wie bei den Ektodermzellen successive an Dauer zu.

Die hinterste Zelle des vierzelligen Stadiums und ihre Abkömmlinge in der Linie der Zelle *G* (also die »Stammzellen« von Boveri) zeigen die langsamste Theilung; die Theilung im Stadium der Figur 80 ist schon etwas verzögert gegenüber der Theilung der Ento-Mesodermzelle. Die nächste Theilung, bei welcher die Zelle *G* entsteht (Fig. 83), erfolgt 10—20 Minuten nach der Theilung der beiden Ento-Mesodermzellen. Die Theilung der Zelle *G* ist so sehr verzögert, dass zwischen der Entstehung der Zelle *G* und ihrer Theilung zwei Theilungen des Ektoderms liegen.

Man sieht also, dass die während der Furchung entstehende Differenziation der Zellen in ganz gesetzmäßiger Weise auch in den Theilungszeiten zum Ausdruck kommt (Gesetz der differenten Theilungszeiten)[1]. Bei der Beobachtung am lebenden Objekt ist es wichtig auf diese zeitlichen

[1] Wenn bei der Furchung eines Thieres die Differenziation der Zellen spät eintritt, so erfolgen die Theilungen aller Zellen lange Zeit in demselben Tempo, wie es von manchen Cölenteraten und Echinodermen bekannt ist. Z. B. giebt Häcker an, dass bei den Eiern von Aequorea, wenn sie sich in normaler Weise entwickeln, mindestens bis zum Stadium von 64 Zellen alle Zelltheilungen gleichzeitig verlaufen und alle Blastomeren von annähernd gleicher Größe sind (V. Häcker, Die Furchung des Eies von Aequorea forscalea. Archiv für mikrosk. Anat. Bd. XL. 1892. p. 248). — Wenn bei der Furchung eines Thieres die Zellen ungleiche Mengen von Dotter bekommen, so kann man in dem verschiedenen Dottergehalt die Ursache der ungleichen Theilungszeiten sehen. Wenn die Zellen aber wie bei Rhabditis nigrovenosa, so viel man bemerkt, in gleichmäßiger Weise mit Dotterkörnchen durchsetzt sind, so erkennt man, dass unabhängig vom Dotter die Differenzirung der Zellen differente Theilungszeiten zur Folge hat. — In ähnlichem, aber nicht ganz in gleichem Sinne hat O. zur Strassen nach seinen Beobachtungen an Ascaris megalocephala die »Regel von der zeitlichen Konkordanz« aufgestellt (Verhandl. d. Deutschen Zool. Gesellschaft 1895, p. 87); ich kann diesen Ausdruck nicht für gut halten, da weniger die Übereinstimmung der Theilungszeiten, als vielmehr ihre Verschiedenheit zu betonen ist.

Differenzen zu achten; denn man erleichtert sich dadurch das sichere Wiedererkennen der einzelnen Zellen.

Man kann annehmen, dass Schwesterzellen, wenn sie in ihrer physiologischen Funktion gleichartig sind, sich auch gleichzeitig theilen, wenn sie aber gegen einander differenzirt, also physiologisch ungleich sind, so theilen sie sich auch zu verschiedener Zeit. Daher bleiben die (primären) Ektodermzellen durch fünf bis sechs Theilungen mit einander nahezu in demselben Rhythmus; die beiden Schwanzzellen oder die beiden Theilzellen der Zelle *D* treten fast genau zur selben Zeit in Theilung ein, aber die Zelle *D* und die Zelle *G*, welche auch Schwesterzellen sind, theilen sich zu sehr differenter Zeit, da sie in morphologischer Hinsicht eine ganz verschiedene Bedeutung haben und offenbar auch in physiologischer Hinsicht verschieden sind.

Man muss sich denken, dass die einzelne Zelle von einer Theilung zur anderen einen physiologischen Entwicklungsgang durchmacht, wie er auch aus dem in der Ruhezeit der Zelle stattfindenden successiven Anwachsen des Kerns erschlossen werden kann[1]; die Zelle theilt sich dann, wenn sie in diesem physiologischen Entwicklungsgang zur Theilungsreife gelangt ist. Obgleich die Theilung der einzelnen Zelle nicht etwa durch einen von den anderen Zellen ausgeübten Reiz, sondern durch die eigene Reife der Zelle veranlasst wird, ergiebt sich doch eine ziemlich regelmäßige Theilungsfolge der verschiedenen Zellen, da eben die relative Geschwindigkeit der Erreichung der Theilungsreife in den einzelnen Zellen durch deren physiologische Natur gesetzmäßig bestimmt ist[2]. Doch kommen kleine Verschiebungen vor; z. B. habe ich beobachtet, dass die Theilung der Zelle *G* das eine Mal vor, das andere Mal erst nach der Theilung der zwei Schwanzzellen eintrat; ein anderes Mal waren die Theilungen der Zellen *D* und *G* etwas verspätet.

Folgende Tabelle veranschaulicht die Reihenfolge der Theilungen;

[1] Von dem Anwachsen des Kerns ist schon früher gesprochen worden (p. 386 u. 388); man sieht dasselbe in den Ektodermzellen an Fig. 75—78, in den Entodermzellen an Fig. 79—81.

[2] Ich möchte dies durch ein Gleichnis anschaulich machen. Denken wir uns in einem Zimmer einige Pendeluhren mit demselben Werk, aber mit ungleich langen Pendeln, so dass die Uhren mit ungleicher Geschwindigkeit gehen; die Uhren werden dann nicht gleichzeitig die Stunden schlagen, aber in einer gesetzmäßigen Reihenfolge, und es kann die Zeitenfolge durch Rechnung genau bestimmt werden. Um das Gleichnis weiterzuführen, kann man annehmen, dass an jeder Uhr nach jedem Stundenschlag das Pendel um ein Zehntel seiner Länge verlängert wird, so dass also jede Uhr bei jedem folgenden Zeigerumgang langsamer geht; die Zeitenfolge, in welcher die Uhren zum Stundenschlag kommen, ist trotzdem gesetzmäßig und berechenbar.

es sind einige Zeitangaben beigefügt, welche unter der Voraussetzung reichlicher Sauerstoffzufuhr und bei einer Temperatur von 20 Grad Celsius Geltung haben.

Zweitheilung des Eies. Dann nach 40—45 Minuten:

1. Theilung[1] der animalen Zelle (Ektodermzelle); dann einige Minuten später:

   Theilung der vegetativen Zelle (Fig. 77).

2. Theilung der Ektodermzellen (2 zu 4), etwa eine Stunde nach der 1. Theilung. Dann 10—15 Minuten später:

   Theilung der Ento-Mesodermzelle (Fig. 79). Dann 15—25 Minuten später:

   Theilung der hintersten Zelle (inäquale Theilung, Fig. 80).

3. Theilung der Ektodermzellen (4 zu 8), 60—70 Minuten nach der zweiten Theilung. Dann nach etwa 30 Minuten:

   Theilung der Urentodermzelle und der Ur-Mesodermzelle (Fig. 82). Dann nach 10—20 Minuten:

   Theilung der rothen Zelle und der grauen Zelle, also der beiden Theilzellen der hintersten Zelle (»Stammzelle«) des vorigen Stadiums; bei der Theilung der grauen Zelle entstehen die Zellen *G* und *D* (Fig. 83 u. 84).

4. Theilung der Ektodermzellen (8 zu 16), 60—80 Minuten nach der dritten Theilung. Dann nach etwa 30 Minuten:

   Theilung der beiden Mesodermzellen. Etwa 15 Minuten später:

   Theilung der beiden Entodermzellen (Fig. 86). Dann etwa eine halbe Stunde später:

   Theilung der hinteren der beiden roth bezeichneten Zellen (Entstehung der Schwanzzellen); bald darauf Theilung der vorderen Zelle des rothen Paares. Dann:

   Theilung der Zelle *D*; diese fällt zeitlich schon zusammen mit der fünften Theilung der Ektodermzellen (Fig. 87).

5. Theilung der Ektodermzellen (16 zu 32), etwa 80 Minuten nach der vierten Theilung. Nach dieser fünften Theilung der Ektodermzellen beginnt die Einstülpung der vier Entodermzellen (Fig 87); sie wird vollendet während der etwas später stattfindenden

[1] In dieser ganzen Tabelle ist unter dem Worte »Theilung« stets die Durchschnürung des Zellkörpers verstanden; ich muss dies ausdrücklich bemerken, da die Zeitangaben sonst keinen bestimmten Sinn hätten.

Theilung der vier Mesodermzellen. Dann eine halbe Stunde später:

Theilung der Zelle *G*; dann etwas später:

Theilung der Schwanzzellen (2 zu 4); dieselbe fällt zusammen mit der

6. Theilung der Ektodermzellen (32 zu 64), etwa anderthalb Stunden nach der 5. Theilung. Ungefähr zu derselben Zeit findet die Theilung der vier eingestülpten Entodermzellen statt; sie erfolgt in der Längsrichtung des Embryo, so dass zwei Reihen von je vier Entodermzellen entstehen. Etwa eine Viertelstunde nach der 6. Theilung der Ektodermzellen vollzieht sich die

Theilung der beiden Theilzellen der Zelle *D* (Fig. 90). Zugleich:

Beginn der Theilung der Mesodermzellen und Einstülpung von Mesodermzellen.

7. Theilung der Ektodermzellen (64 zu 128). Nach dieser Theilung beginnt die Einstülpung der beiden Theilzellen der Zelle *G* (Genitalzellen).

Freiburg i. B., Zoolog. Institut der Universität, 1. Juli 1895.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVII.

Fig. 1—30. Die Entwicklung eines Eies von Diplogaster longicauda Claus von der Zeit des Eintritts in den Uterus bis zur ersten Furchungstheilung. Es sind bei den einzelnen Stadien die Zeiten angeschrieben; bei Fig. 11—30 sind die gezeichneten Stadien je um fünf Minuten von einander entfernt. Vergr. etwa 500.

Fig. 31—32. Ei von Diplogaster longicauda, stark komprimirt; anormaler Verlauf bei der Drehung und der Verschmelzung der Geschlechtskerne.

Fig. 33 *a* u. Fig. 33 *b*. Die beiden Spicula und das accessorische Stück von Diplogaster longicauda.

Fig. 34. Das Hinterende des Männchens von Diplogaster longicauda; man sieht die Spicula, die Papillen, den Rand der Bursa (**), und das Ende des Vas deferens (*g*).

Fig. 35 *a*. Spermatozoen von Diplogaster longicauda abgestorben.

Fig. 35 *b*. Spermatozoen derselben Species, lebend beobachtet im Receptaculum seminis.

Fig. 36. Vorderende von Diplogaster longicauda.

Fig. 37. Endtheil des Ovariums, Ausführungsgang, Receptaculum seminis und Anfangstheil des Uterus von Diplogaster longicauda; Vergr. 720; im

Receptaculum seminis sieht man viele Spermatozoen, welche alle nach der Mündung des Oviducts gerichtet sind; in dem Anfangstheil des Uterus befindet sich ein Ei, welches auf derselben Entwicklungsstufe steht wie Fig. 20, aber das umgekehrte Bild bietet; die beidon Geschlechtskerne kommen in der vorderen Hälfte des Eies zusammen, was der ungewöhnlichere Fall ist.

Tafel XVIII.

Fig. 38—42. Ein Ei von Diplogaster longicauda, bei welchem die beiden Geschlechtskerne in der Längsrichtung der Zelle zur Berührung gekommen waren; nachdem die Attraktionssphären der neuen Spindel aufgetreten sind (Fig. 39 u. 40), findet die Drehung der Spindel statt (Fig. 41 u. 42). Vergr. etwa 500.

Fig. 43—49. Theilung des Eies von Diplogaster longicauda. Fig. 43 kurze Zeit nach der Zweitheilung des Eies, Fig. 44 in dem Ruhezustande des zweizelligen Stadiums, Fig. 45—47 während der Theilung der beiden Zellen, Fig. 48 in dem Ruhezustande des vierzelligen Stadiums, Fig. 49 nach der Theilung der beiden Ektodermzellen.

Fig. 50—56. Ei von Diplogaster longicauda im Schwanzende des Wurmes eingeklemmt und in Folge dessen von verlängerter Form. In Folge der langgestreckten Form der Ektodermzelle theilt sich dieselbe in der Längsrichtung des Eies (Fig. 52 u. 53). Siehe p. 396.

Fig. 57—60. Zusammenkommen der beiden Geschlechtskerne in einem Ei von Rhabditis sp. Siehe p. 377.

Fig. 61 *a*—*e*. Zusammenkommen der Geschlechtskerne und Zweitheilung in einem Ei einer kleinen Rhabditis-Species. Siehe p. 372 Anm.

Fig. 62. Ende des Ovariums, Ausführungsgang, Receptaculum seminis und oberster Theil des Uterus von Rhabditis teres Schn. Die beiden Eier im Uterus entsprechen der Entwicklungsstufe nach den Eiern Fig. 7 u. 12 auf Taf. XVII.

Fig. 63 u. 66. Furchungsstadien von Rhabditis nigrovenosa nach Präparaten, welche mit Essigsäure-Alkohol, Vesuvin und Malachitgrün behandelt waren. Vergr. 280. Fig. 63. Übergang vom zweizelligen zum vierzelligen Stadium, entsprechend Fig. 76. Fig. 66 vierzelliges Stadium.

Fig. 64 u. 65. Zwei auf einander folgende anormale Furchungsstadien von Diplogaster longicauda. Vgl. p. 395 Anm.

Fig. 66. Vierzellenstadium von Rhabditis nigrovenosa; s. die Erklärung zu Fig. 63.

Tafel XIX.

Diese Tafel stellt die Furchung von Rhabditis (Rhabdonema) nigrovenosa Rud. dar. Die Bilder sind nach dem lebenden Objekt mit dem Objectiv Seibert $^1/_{12}$ homogene Immersion und dem Zeichenapparat gezeichnet und dann photographisch verkleinert. Vergr. etwas über 400. Die Ektodermzellen sind gelb gemalt, die Theilzellen der Ento-Mesodermzelle blau, die sekundäre Ektodermzelle und ihre Theilzellen roth.

Fig. 67—72. Zusammenkommen der beiden Geschlechtskerne, Drehung der Spindel und erste Theilung des Eies.

Fig. 73. Zweizelliges Stadium kurze Zeit nach der Theilung.

Fig. 74. Stadium der Theilung der animalen Zelle. Siehe p. 394.

Fig. 75—76. Folgende Stadien an einem anderen Ei beobachtet; Theilung der animalen Zelle (Ektodermzelle) und Spindelbildung in der vegetativen Zelle.

Fig. 77—83. Folgende Stadien an einem anderen Ei beobachtet. Fig. 77 u. 78 vierzelliges Stadium. Fig. 79, die zweite Theilung der Ektodermzellen ist vollzogen, die Theilung der Ento-Mesodermzelle nahezu beendet. Fig. 80 die inäquale Theilung der hintersten Zelle (Stammzelle). Fig. 81, neue Theilung der Ektodermzellen. Fig. 82, Theilung der Entodermzelle und der Mesodermzelle. Fig. 83, Theilung der beiden Theilzellen der hintersten Zelle des vierzelligen Stadiums (Theilung der sekundären Ektodermzelle und der Stammzelle). *En*, die beiden Entodermzellen.

Fig. 84. Ähnliches Stadium an einem anderen Ei beobachtet, Ansicht des Embryo von oben links; die in Fig. 83 eingeleiteten Theilungen sind nahezu beendet. Siehe p. 401.

Fig. 85 u. 86. Fortsetzung der Reihe Fig. 77—83. Fig. 85, Theilung der Ektodermzellen; bei Fig. 86 ist die Theilung der beiden Mesodermzellen vollzogen, die Theilung der Entodermzellen eingeleitet.

Fig. 87. Folgendes Stadium nach einem anderen Ei gezeichnet; die Entodermzellen sind wieder in Theilung; es sind vier Entodermzellen vorhanden und vier Mesodermzellen, welche dieselben schon theilweise bedecken; die Zelle *D* ist in Theilung begriffen.

Fig. 88. Folgendes Stadium nach einem anderen Ei gezeichnet; es sind jederseits vier Mesodermzellen vorhanden (*M I—IV*), die vier Entodermzellen sind in die Tiefe eingesenkt und nahezu verschwunden.

Fig. 89 u. 90. Folgende Stadien nach einem anderen Ei gezeichnet; die Zelle *G* hat sich getheilt, die Schwanzzellen sind in Theilung; bei Fig. 90 theilen sich die beiden Tochterzellen der Zelle *D*; in diesem Stadium beginnt die Einsenkung der Mesodermzellen; die Zelle *M III* ist schon größtentheils eingesunken.

Über das Nervensystem und die Sinnesorgane von Rhizostoma Cuvieri.

Von

Dr. **Richard Hesse,**

Privatdocenten der Zoologie und Assistenten am Zool. Institute in Tübingen.

(Aus dem Zoologischen Institut zu Tübingen.)

Mit Tafel XX—XXII und 3 Figuren im Text.

So übereinstimmend die Angaben der verschiedenen Forscher über das Nervensystem der craspedoten Medusen lauten, so sehr gehen sie aus einander über dasjenige der Acraspedoten. Vor Allem ist unsere Kenntnis des peripherischen Nervensystems derselben noch eine ganz ungenügende. Eine eingehende Untersuchung des gesammten Nervensystems der Medusen ist daher sehr nothwendig. Herrn Professor Eimer bin ich sehr dankbar, dass er meine Aufmerksamkeit auf dies Gebiet lenkte, dessen Fruchtbarkeit ihm durch eigene Bearbeitung bekannt war.

Die Untersuchung, welche mehr ergeben hat, als ich erwartet hatte, wurde im März und April 1895 an der Zoologischen Station in Neapel begonnen und in den Monaten Mai und Juni in Tübingen zu Ende geführt. Leider bewirkten die ungünstigen Witterungsverhältnisse, welche in diesem Frühjahr in Neapel herrschten, dass ich nur eine einzige Art, Rhizostoma Cuvieri, frisch untersuchen konnte. Vielen Dank schulde ich Herrn Lobianco, der sich eifrigst bemühte, mir trotz der Ungunst des Wetters Quallen zu verschaffen, und der mich für mein Missgeschick zu entschädigen suchte durch freundliche Überlassung konservirten Materials. Eben so hat mich Herr Professor Paul Mayer durch liebenswürdigste Unterstützung bei meinen Untersuchungen zu Danke verpflichtet.

Von Cotylorhiza tuberculata L. Ag. (Cassiopeia borbonica) und von Pelagia noctiluca konnte ich gehärtetes Material untersuchen. Be-

sonders an ersterer vermochte ich viele Punkte des bei Rhizostoma Gefundenen zu bestätigen; von Pelagia machte ich nur wenige Präparate. Schon an diesem geringen Materiale konnte ich mich davon überzeugen, dass die Verhältnisse des Nervensystems im Einzelnen mannigfach wechseln, und dass zur Erlangung eines Überblickes über das Acraspeden-Nervensystem eine Ausdehnung der Untersuchung auf eine größere Anzahl von Gattungen nothwendig ist. Vor Allem muss die bisher am eingehendsten, sowohl morphologisch wie physiologisch, untersuchte Aurelia aurita mit Bezug auf die neu gefundenen Gesichtspunkte nachgeprüft werden.

Die ersten Nachrichten über das Nervensystem der acraspeden Medusen beziehen sich zunächst fast nur auf die Randkörper und die äußere Sinnesgrube. Die älteren Angaben über die Randkörper, welche deren Natur verkannten, in ihnen After oder Exkretionsorgane sahen, werde ich hier nicht weiter berücksichtigen; ich verweise dafür auf die Besprechungen, welche sich bei Gebrüder Hertwig (14) und Eimer (8) finden. Der Erste, der die Randkörper als Sinnesorgane ansprach, war Ehrenberg (5); er that dies auf Grund des Pigmentfleckes, den er bei Aurelia an denselben fand, und hielt daher die Organe für Augen; die Krystallsäckchen verglich er mit den Kalkansammlungen an den Spinalganglien des Frosches und vermuthete Nerven im Zusammenhang mit ihnen. Außerdem schildert er »zwei drüsige Knötchen unter jedem Augenstiele, die zur Pigmentstelle hinlaufende Schenkel haben«; er hält sie für Nervensubstanz, eben so wie ähnliche Knötchen am Mantelrand, zwischen je zwei Fühlfäden. — Huxley (15) äußert sich nicht über die Natur der Randkörper, die er von verschiedenen Quallen (Rhizostoma, Cephea, Phacellophora) beschreibt und abbildet; die Ehrenberg'schen Ganglien hält er für Täuschungen; auch die äußere Sinnesgrube (»Riechgrube« Eimer) schildert er und beschreibt ihre Wimperung, erkennt sie jedoch nicht als Sinnesorgan; er nimmt fälschlich an, dass sie sich am Grunde in den Randkörperkanal öffne — Grenacher und Noll (10) geben ebenfalls eine gute Abbildung der vorderen Sinnesgrube von Crambessa Tagi; doch finden wir bei ihnen keine näheren Aufschlüsse über Randkörper und Sinnesgruben, da sie durch die Umstände an einer genauen histologischen Untersuchung gehindert wurden.

Von der physiologischen Seite nahm Eimer die Untersuchung des Medusennervensystems in Angriff, und bald darauf, unabhängig von ihm, Romanes. Sie befolgten beide die gleiche Methode: indem sie Einschnitte in den Schirm der Quallen machten oder Stücke von demselben abtrennten, suchten sie aus dem Verhalten des verletzten Thieres, bezw. des Theilstückes Schlüsse zu ziehen auf den Sitz der Nervencentren und die Vertheilung der peripheren Nerven. Romanes untersuchte daneben auch die Einwirkung chemischer Stoffe auf die Lebensäußerungen der Quallen. Eimer (6) veröffentlichte seine ersten Mittheilungen über diese Versuche im December 1873 und im Anfang des Jahres 1874, Romanes im November 1874. Beide kamen zu ganz ähnlichen Ergebnissen; die Anfangs in einzelnen Angaben noch vorhandenen Verschiedenheiten wurden bei weiteren Untersuchungen (7, 8; 18, 19) ausgeglichen, so dass schließlich eine völlige Einstimmigkeit der zwei Forscher erreicht wurde. Das Hauptergebnis war, dass das Herausschneiden aller Randkörper mit Umgebung (Eimer's »kontraktiler Zonen«) eine Lähmung der

Medusen hervorbringt; auf diese folgt unter günstigen Umständen zwar eine gewisse Erholung, doch tritt der Tod schneller ein als bei unverletzten Vergleichsthieren, und zwar »rasch, nach Art eines Collapses«; beim Verbleiben eines einzigen Randkörpers jedoch setzte die Meduse ihre Zusammenziehungen fort. Ich werde am Schluss der Arbeit noch genauer auf die Versuche einzugehen haben; desshalb kann ich mir hier Weiteres ersparen.

EIMER (6) theilte zugleich als vorläufiges Ergebnis seiner an Aurelia vorgenommenen morphologischen Untersuchungen mit, »dass die Verbindung der einzelnen Strahlstücke der Scheibenquallen durch Nervenfäden von unmessbarer Feinheit vermittelt wird, welche überall den Gallertschirm dieser Thiere durchziehen«; körperliche Ganglien fand er nicht; doch »den ungewöhnlich zahlreichen Nervenelementen (Fasern und Zellen) in der Umgebung der Randkörper« fällt ohne Zweifel zum Theil die Aufgabe zu, die kontraktilen Zonen zu beherrschen.

Die von EIMER und ROMANES ausgeführten Versuche gaben mannigfache Anregung zu genaueren Untersuchungen über die anatomischen Verhältnisse des Quallennervensystems. So erschienen denn in den folgenden Jahren in schneller Folge eine Anzahl größerer Arbeiten über das Nervensystem der Acalephen. Zuerst hielt im September 1877 EIMER auf der Münchener Naturforscherversammlung einen Vortrag, der alsbald darauf im Druck erschien. Er schildert dort das Nervensystem der Acraspedoten in folgender Weise: das Epithel des Randkörperstiels besteht aus Geißelzellen und zapfenartigen Bildungen; beide setzen sich an ihrer Basis in Nervenfädchen fort. Diese Fädchen bilden auf dem Randkörperstiel einen dichten Filz von Nervenfäserchen. Auch auf dem Otolithensack, wo die Zapfen und Geißelzellen fehlen, setzen sich die Elemente des Epithels in feinste Fädchen fort, welche einen dünneren Filz bilden. »Unter der Punktmasse des Randkörperstiels« liegen verästelte Zellen, deren Fortsätze sich einerseits mit jenen Nervenfädchen, andererseits mit Nervenfasern der Gallerte verbinden. An der Außenfläche über der Randkörperwurzel findet sich bei Aurelia (nicht bei Cyanea) eine kleine mit Sinnesepithel ausgekleidete Grube (Riechgrube). Im Gebiete der Riechgrube liegen Nervenzellen und ebenfalls ein Nervenfilz unter dem Epithel, und es ziehen zahlreiche Nervenfäden durch die Gallerte, vorzugsweise in der Richtung nach dem Randkörper hin; auch unter der Muskelhaut der Randlappen finden sich zahlreiche Nervenzellen. Bei Cyanea geht die Lokalisirung des Nervensystems noch nicht so weit; vielmehr ist die ganze Körperoberfläche von einem wimpernden Cylinderepithel bedeckt, dessen Zellen, besonders deutlich nahe dem Rande, mit Fäden in der Gallerte in Verbindung stehen. Bei den Quallen mit Gallertzellen gehört augenscheinlich ein Theil dieser Zellen zum Nervensystem; besonders reichlich liegen solche in der Gegend der kontraktilen Zonen; bei Cyanea jedoch liegen noch alle Nervenzellen im Ektoderm — eine tiefere Stufe der Entwicklung. Die Randkörperstiele und die umliegenden Theile des Schirmrandes bilden offenbar den koncentrirtesten Theil des Nervensystems, den Centralapparat i. e. S.; im weiteren Sinne ist er in der ganzen Körperoberfläche zu suchen.

Bald darauf kam die vorläufige Mittheilung der Gebrüder HERTWIG (13) über das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen heraus. Sie beschreiben die Sinnesträger (Randkörper) von Nausithoë und Pelagia; die ersteren nehmen eine Sonderstellung ein, während jene von Pelagia mit denen der weniger genau untersuchten Phacellophora und Aurelia große Ähnlichkeit zeigen. Der Sinnesträger von Pelagia ist ein walzenförmiger, am freien Ende abgerundeter Körper; im Inneren ist er nur wenig über die Hälfte von einem flimmernden Kanal durchzogen; sein

vorderer Theil (Krystallsäckchen) enthält Konkrementzellen. Der Epithelüberzug besteht im basalen Abschnitt aus hohem flimmernden Cylinderepithel mit schlanken, um den Kern herum angeschwollenen Zellen; die Kerne liegen in verschiedener Höhe. Die Zellen verlängern sich centralwärts zu Fäserchen, die mit denen der Nachbarzellen zu einem dichten, beträchtlich dicken Gewirr sich verflechten. Das Epithel und das von ihm ausgehende Fasergewirr allein stellen bei den Acraspeden das centrale Nervensystem dar, das somit noch auf einem ursprünglicheren Zustande verharrt als selbst bei den craspedoten Medusen.

Zu Anfang des Jahres 1878 erschien eine Abhandlung von CLAUS (1), welche schon März 1877 der Akademie vorgelegt war. In dieser wird auch das Nervensystem und die Sinnesorgane der Acraspedoten, am genauesten von Aurelia aurita, besprochen. CLAUS beschreibt Gestalt und Lage der Randkörper, schildert die äußere Sinnesgrube wie schon EIMER vorher, und macht Angaben über die Sinnesepithelien beider. Die Furchen der äußeren Sinnesgrube führt er auf Schrumpfung beim Konserviren zurück. Im verdickten wimpernden Ektodermepithel des Randkörpers findet er »eine tiefe Lage von Ganglienzellen und Nervenfibrillen«. An der Basis der Randkörper liegt »eine paarige, in Form zweier Zapfen angeschwollene Ektodermverdickung«, deren Beziehungen zur Muskulatur und den Sinnesorganen noch unklar sind; er vergleicht sie mit den von EHRENBERG erwähnten Ganglien und behält für sie diesen Namen bei. An Chrysaora beobachtet er außerdem eine Menge größerer, bipolarer oder multipolarer Ganglienzellen mit sehr langgezogenen Ausläufern unter dem Epithel der Ringmuskulatur, und betrachtet sie als motorische Centren dieser Muskellage. Bei Chrysaora und Rhizostoma ist der Randkörper ähnlich beschaffen wie bei Aurelia; beide haben auch eine Riechgrube, die bei Chrysaora als tiefer Trichter in der Decke des Randkörpers liegt.

Gebrüder HERTWIG (14) gaben im Frühjahr 1878 endgültig die Ergebnisse ihrer Forschungen über das Nervensystem der Medusen heraus. In diesem Werke sind leider die Acraspeden den Craspedoten gegenüber schlecht weggekommen. Die Verfasser untersuchten neben Nausithoë, die für uns hier weniger in Betracht kommt, hauptsächlich Pelagia eingehender. Darin ist wohl der Grund zu suchen, dass ihnen an der flüchtiger untersuchten Aurelia die äußere und innere Sinnesgrube, die bei Pelagia fehlen, entgangen sind. Die Nervenfibrillen glauben sie daher ganz auf das Epithel des Randkörperstiels beschränkt; Ganglienzellen fanden sie nicht. Aus diesen lückenhaften Befunden ziehen sie den Schluss, dass das Nervensystem der Acraspeden gegenüber dem der Craspedoten eine viel niedrigere Entwicklungsstufe einnehme.

In der zweiten Hälfte des Jahres 1878 erschien eine vorläufige Mittheilung von SCHÄFER (Proceed. Roy. Soc. Bd. XXVII) über das Nervensystem von Aurelia aurita; seine ausführliche Arbeit (20) kam erst Anfang 1879 heraus. Die wichtigste unter den Angaben, die er bringt, betrifft den subumbrellaren Nervenplexus bei dieser Qualle. Derselbe setzt sich aus bipolaren Ganglienzellen zusammen, von welchen Fasern ausgehen; die Fasern sind selten verästelt; ihre Vertheilung ist nicht gleichmäßig, stellenweise sind sie spärlich, an anderen Stellen bilden sie verwickelte Geflechte; einzelne sah er in der Nähe der Randkörper nach diesen zu konvergiren, konnte sie jedoch nicht in diese selbst oder die anliegenden Nervenepithelien verfolgen. Die Fasern sind nie über 4 mm lang; sie stehen in keinem anatomischen Zusammenhang unter einander, wohl aber in physiologischem. Über dem Randkörperursprung liegt als Einziehung der Exumbrella die Fovea nervosa superior; ihr Nervenfilz steht mit demjenigen am Entoderm des Randkörpers im

Verbindung, eben so gehen von dort Fädchen zum Ektoderm des Randkörpers durch die Gallerte hindurch. Die Schilderung des Randkörpers und seines Epithels bringt nichts Neues; Ganglienzellen findet SCHÄFER nicht am Randkörper. Hinter dem Randkörper liegt eine Strecke von Nervenepithel, welche als Fovea nervosa inferior benannt wird. Die Gesammtheit der Nervenepithelien des Randkörpers und der beiden Foveae erscheint ihm als Nervencentrum.

Wenig später als SCHÄFER's erste Mittheilung veröffentlichte EIMER (8) seine zusammenfassende Arbeit. Er behandelt in zwei Theilen getrennt die Ergebnisse seiner physiologischen und seiner morphologischen Untersuchungen. Das Werk enthält die nähere Ausführung der schon früher mitgetheilten Befunde und bringt eine eingehende Analyse der in Betracht kommenden Gewebe, mit vielen histologischen Einzelheiten; außerdem wird die innere Sinnesgrube von Aurelia (paarig, »Riechkappen«), Rhizostoma und Cotylorhiza geschildert.

Die beiden Theile von HAECKEL's Medusenmonographie bringen keine neuen Angaben über das Nervensystem der Acraspeden; HAECKEL folgt vielmehr in der Hauptsache der Darstellung von CLAUS.

v. LENDENFELD (16) findet bei Cyanea annaskala außen auf der Deckplatte des Randkörpers eine äußere Sinnesgrube; der Randkörper steht auf einem Wulst, der ebenfalls von Sinnesepithel überzogen ist; außerdem liegt nach innen vom Randkörper ein Sinneswulst, und jederseits an den Sinneslappen finden sich zwei Paare von Sinneswülsten oder elliptischen »Sinnesinseln«. An der Subumbrella gehen vom Randkörper strahlenartig Nerven ab bis in die Nähe des Ringmuskels; sie verschmälern sich und bilden Anastomosen; beim jungen Thiere sind sie dicker und an Zahl geringer, beim ausgebildeten dünner und von größerer Zahl, wahrscheinlich durch Theilung der Fasern des jungen Thieres entstanden. In der subepithelialen Schicht der Subumbrella liegen Ganglienzellen und Nervenfasern. — Bei den australischen Rhizostomeen findet v. LENDENFELD (17) ebenfalls eine äußere Sinnesgrube und Sinneswülste an den dem Randkörper zugekehrten Wänden der Ephyralappen; unter dem vorspringenden Ende des Radiärkanals, einwärts vom Randkörper, liegt hier kein Sinnesepithel; doch sind Ganglien- und Sinneszellen dort vorhanden. In der Gallertwand zwischen dem Boden der äußeren Sinnesgrube und der Randkörpernische liegt in der Gallerte eine Gruppe multipolarer Zellen; sie stellen das nervöse Centralorgan des Randkörpers dar; außer ihnen fehlt jede Verbindung zwischen äußerer Sinnesgrube und Subumbrellamuskeln. Oberhalb der subumbrellaren Muskelschicht finden sich auch hier regellos vertheilte multipolare Zellen.

SCHEWIAKOFF (21) giebt eine Beschreibung des Randkörpers von Aurelia aurita; er schildert ihn als cylinderförmig, mit kegelartig verjüngtem Ende, das nach der subumbrellaren Fläche hakenförmig umgebogen ist. Der distale Theil des Randkörpers ist solid, der proximale umschließt einen Gastrovascularkanal. In der Nervenfilzschicht des Randkörpers, die von stark lichtbrechenden »Stützfäden« durchzogen wird, sind einzelne, obgleich ziemlich spärliche, anscheinend multipolare Ganglienzellen eingebettet. Die Nervenfilzschicht des Randkörpers steht mit derjenigen der äußeren Sinnesgrube in direkter Verbindung.

Im Zusammenhang meiner Untersuchungen werde ich noch vielfach näher auf die angeführten Arbeiten einzugehen haben; auch werden dort noch manche verstreute Angaben Berücksichtigung finden, die ich hier übergangen habe.

Von allen Untersuchern haben nur CLAUS (4) und EIMER (8) näher auf Rhizo-

stoma Cuvieri Bezug genommen, und zwar der Erstere nur kurz; v. Lendenfeld (17) behandelt nahe stehende Formen.

Aus den vorliegenden Arbeiten geht hervor, dass das Nervensystem und die Sinnesorgane nicht bei allen Quallen in ganz gleicher Weise ausgebildet sind. So nimmt Nausithoë eine mehr gesonderte Stellung ein (Claus, O. und R. Hertwig); bei Cotylorhiza fehlt die äußere, bei Chrysaora die innere Sinnesgrube.

Für Rhizostoma Cuvieri im Besonderen ist festgestellt, dass hier sowohl äußere Sinnesgruben (Claus, Eimer) als auch Nervenepithelien in der Nachbarschaft des Randkörperansatzes, innere Sinnesgruben (Eimer) vorhanden sind.

Im Allgemeinen kann man dreierlei Ansichten über das Nervensystem der Acraspedoten unterscheiden. Eimer findet folgende Bestandtheile des Nervensystems: Sinneszellen im Epithel, Nervenzellen und -fasern unter dem Epithel, Nervenzellen und -fasern in der Gallerte; die unter dem Epithel gelegenen Nervenzellen fasst er als Sinnesganglienzellen auf, und die centralen Theile des Nervensystems sucht er innerhalb der Gallerte in der Umgebung der Randkörper. In letzterem Punkte schließt sich ihm v. Lendenfeld an. Gebrüder Hertwig und Schäfer führen nur die epithelialen Sinneszellen mit ihren Fortsätzen und die motorischen Ganglienzellen des Subumbrellaepithels an; sie sehen in diesen Sinnesepithelien die Centralorgane. Claus findet außer diesen Elementen noch Ganglienzellen dicht unter den epithelialen Sinneszellen des Randkörpers; die Gesammtheit dieser Ganglienzellen betrachtet er als Centralorgan.

Ich werde im Folgenden zunächst den Randkörper mit seiner Umgebung (also den beiden Sinnesgruben) und dann das peripherische Nervensystem besprechen. In einem dritten Abschnitte soll auf Grund der morphologischen Befunde der beiden vorhergehenden eine Erklärung der Eimer-Romanes'schen Versuche unternommen werden, um die Übereinstimmung jener mit diesen zu prüfen.

Die Untersuchung wurde zum Theil an frischem Material vorgenommen, zum Theil an gehärtetem. Die Härtung geschah am besten mittels Pikrinschwefelsäure oder Chromosmiumessigsäure; Sublimat erwies sich als ungeeignet. Da die Gallerte von Rhizostoma eine ziemliche Festigkeit besitzt, konnte bei einiger Vorsicht die Paraffineinbettung ohne Nachtheil angewandt werden. Zur Färbung der Präparate wandte ich Safranin, bei den mit Pikrinschwefelsäure fixirten Stücken auch Hämatoxylin erfolgreich an.

I. Die Randkörper und ihre Umgebung.

Die Lage der Randkörper ist schon von früheren Untersuchern genau geschildert; zur Einführung beschreibe ich dieselbe möglichst

kurz. Die Randkörper sitzen subumbrellar an den Enden der acht radialen und interradialen Gefäßkanäle, ganz nahe dem Schirmrande. Zu ihren Seiten liegen ein paar Lappen, die sich vor den übrigen Randlappen des Schirmrandes von Rhizostoma durch geringere Größe, schmälere und dickere Gestalt auszeichnen; sie gehen aus den Lappen der Ephyra hervor, zwischen welche die übrigen Randlappen sich später einschieben, werden also am besten als Ephyralappen (Claus) bezeichnet. An diese Lappen schließt sich am Rande der Exumbrella eine wulstförmige Verdickung des Mantelrandes; auf derselben befindet sich eine Einsenkung, welche über der Ansatzstelle des Randkörpers sich ziemlich tief in die Gallerte einbohrt; sie ist mit Sinnesepithel ausgekleidet und stellt die äußere Sinnesgrube vor. Der untere Rand des Wulstes, der Decklappen (Fig. 1 *dl*), ragt nach unten etwas über den Randkörper vor und bildet so die äußere Wand des theilweise abgeschlossenen Raumes, in welchem der Randkörper liegt, der Randkörpernische oder -tasche. Die seitlichen Wandungen dieser Nische werden gebildet durch die einander zugekehrten Wände der Ephyralappen (Fig. 1 *el*); indem diese nach unten zunächst ein wenig näher zusammentreten, um dann aus einander zu gehen, verengert sich die Randkörpernische nach unten etwas. Nach innen (oralwärts) ist die Nische offen; doch springen die Ränder der Subumbrella und der Ephyralappen ein wenig vor und verengern den hinteren Eingang zu einem langbirnförmigen Schlitz, der nach unten durch Übereinandergreifen der Lappenränder sich streckenweise schließt (Fig. 2). Der größte Theil der oberen Wand und der obere Theil der seitlichen Wände der Randkörpernische ist mit einem hohen Nervenepithel besetzt: es ist das die von Eimer beschriebene innere Sinnesgrube (Fig. 1 *isg*).

Der Randkörper von Rhizostoma liegt so, dass er bei der schwimmenden Qualle etwas schräg nach unten gerichtet ist, wobei seine Achse mit der Horizontalebene einen Winkel von etwa 10° bildet. Er ist ein gestreckter, hohler Körper, dessen Innenraum mit dem Radiärgefäß zusammenhängt, eine Fortsetzung desselben bildet. Seiner Länge nach kann man drei Theile an ihm unterscheiden (Claus, Schäfer): einen knieförmig gebogenen basalen Theil, mit dem er nach oben zu der Subumbrella ansitzt, einen mittleren, geraden und einen Endtheil, der sich durch die dort angehäuften Kalkkrystalle auszeichnet und als Krystallsack bezeichnet wird; die beiden ersten Theile fasst man passend als Randkörperstiel (Eimer) zusammen. Äußere schwache Einbuchtungen fallen ungefähr — aber nicht genau — auf die Trennungslinien der Theile. Seiner Gestalt nach ist der Randkörper denen der übrigen Acraspeden (mit Ausnahme von Nausithoë) sehr ähnlich (Eimer, O. und

R. HERTWIG, CLAUS); dieselbe ist leichter aus Abbildungen zu ersehen, als zu beschreiben (EIMER, Taf. II, Fig. 1 und 2). Die Betrachtungen von verschiedenen Seiten und die Querschnitte zeigen jedoch, dass der Randkörper nicht etwa walzenförmig (O. und R. HERTWIG, SCHEWIAKOFF) ist, sondern eine viel größere Breite als Höhe hat. Man könnte ihn mit einem mittelalterlichen, vorn sehr breiten Schuh mit niedrigem Spann und ohne Absatz vergleichen — ein Vergleich, den ich für die Bezeichnung der einzelnen Stellen am Randkörper noch öfter gebrauchen werde —, die Sohle des Schuhes würde dann nach unten zeigen, mit seiner Öffnung würde er der Subumbrella ansitzen. Der Anfangstheil des Randkörpers ist doppelt so breit als hoch (Fig. 6*a*); in der Mitte ist der obere Theil ziemlich eben, der untere jedoch abgerundet (Fig. 6*b*). Der Krystallsack ist breit und ziemlich flach (Fig. 6*c* ist in schräger Richtung geschnitten, wesshalb der Durchschnitt beinahe kreisrund erscheint); die Vergleichung des senkrechten und wagrechten Längsschnittes (Fig. 3 und Fig. 7) wird die beste Vorstellung von der Gestalt dieses Organs geben.

Ich gebe hier einige Maße des Randkörpers an. Die Länge vom Absatz zur Spitze ist etwa 850 μ, vom dorsalen Ansatz (Spann) zur Spitze 570 μ, der Längsdurchmesser des Randkörperansatzes 300 μ. Die Länge des Krystallsacks ist dorsal 340 μ, ventral 440 μ. Die Höhe beträgt am Anfang des Krystallsacks etwa 290 μ, weiter nach vorn 340 μ; die größte Breite des Randkörperstiels ist 410 μ, die des Krystallsacks 475 μ.

Der Randkörper ist außen vom ektodermalen Epithel überzogen; sein Hohlraum ist vom Entoderm ausgekleidet; beide werden durch die Gallerte der Stützlamelle von einander getrennt. Da das Entodermrohr im Randkörperstiel überall den gleichen kreisförmigen Querschnitt hat und nicht ähnliche Gestaltverschiedenheiten aufweist wie die äußere Umhüllung, so muss die Stützlamelle, welche den Raum zwischen beiden ausfüllt, an den verschiedenen Theilen des Randkörperstiels sehr verschiedene Dicke zeigen; am dünnsten ist sie an der Stelle, die man mit dem Hacken des Schuhes vergleichen könnte, am dicksten an den Seitentheilen, wo sie bis 69 μ misst (Fig. 6*a* und *b*). Am Vorderende des Krystallsacks ist die Dicke der Stützlamelle sehr gering (0,6 μ). Die Gallerte des Randkörpers ist an den dünnen Stellen fast ganz frei von Zellen; an den verdickten Seitentheilen jedoch finden sich solche regelmäßig, wenn auch in geringer Zahl. So viel ich sehen kann, ist die Gallerte nirgends unterbrochen.

Die äußere Umhüllung des Randkörpers wird durch ein ektodermales Epithel gebildet, welches zum größten Theil, vielleicht sogar in seiner ganzen Ausdehnung, ein Sinnesepithel darstellt.

Die Höhe dieses Epithels ist an verschiedenen Stellen verschieden, je nachdem wenige Zellen auf einer bestimmten Fläche vereinigt sind oder viele. Im ersteren Falle haben die Zellen cylindrische oder selbst kubische Gestalt und liegen neben einander wie die Steine eines Pflasters. Drängen sich aber eine große Anzahl von Zellen auf eine kleine Oberfläche zusammen, so ist die Gestalt der einzelnen entsprechend verändert: nur der Kern als Hauptorgan der Zelle hat seine Gestalt beibehalten; der Plasmakörper dagegen ist lang und dünn ausgezogen, um so länger und dünner, je dichter die Zellen bei einander stehen; in den verschiedenen Zellen liegen die Kerne verschieden hoch, so dass ein sehr enges Zusammenpacken der Zellkörper möglich ist; die Plasmaleiber jedoch reichen alle bis zur Oberfläche des Epithels. Nach der Dicke der Kernlage lässt sich dann die Anzahl der Zellen beurtheilen. Die außerordentlich schlanke Form ist also nicht eine Eigenschaft der epithelialen Nervenzellen als solcher, sondern ist dadurch zu erklären, dass in Sinnesorganen zur Erhöhung der Leistung die Zellen auf kleinem Raume möglichst gehäuft werden. Freilich kommt bei Nervenzellen noch dazu, dass ein Theil ihres Zellplasmas in den Nervenfortsatz eingeht, also ohnedies schon weniger Plasma in der Umgebung des Kernes liegt.

Die Zellen des Epithels sind theils Sinneszellen, theils Stützzellen (Eimer, O. u. R. Hertwig, Claus). Die Sinneszellen verlängern sich an ihrem proximalen Ende in einen oder mehrere Nervenfortsätze, an ihrem distalen Ende tragen sie, eben so wie die Stützzellen, ein Geißelhaar. Die Nervenfortsätze der Sinneszellen verflechten sich unterhalb ihrer Zellkörper zu einem dichten Nervenfilz, dessen Fasern jedoch eine bestimmte Richtung haben. Die Dicke des Nervenfilzes hängt von der Menge der Fasern ab, die in denselben eingehen, diese ihrerseits richtet sich zunächst nach der Anzahl der Sinneszellen, welche an der betreffenden Stelle des Epithels liegen; außer dem aber kommen noch Fasern von benachbarten Stellen hinzu, so dass in der Richtung auf ein Centralorgan, nach dem die Fasern hinstreben, der Nervenfilz an Dicke zunimmt; desshalb steht er in keinem bestimmten Verhältnis zur Dicke des Epithels. Die Stützzellen sind unveränderte Epithelzellen; sie erstrecken sich von der Oberfläche des Epithels bis auf die unterliegende Gallerte, der sie häufig mit einer fußartigen Verbreiterung aufsitzen; ihre Ausdehnung zeigt die Dicke des Epithels an : die Basis desselben ist an der Oberfläche der Stützlamelle, nicht an der oberen Grenze der Nervenfilzschicht zu suchen. Der Nervenfilz liegt also nicht unter dem Epithel, sondern innerhalb desselben. Auf Schnitten sieht man überall die

unteren Theile der Stützzellen deutlichst den Nervenfilz durchsetzen, selbst an Stellen, wo derselbe mehr als $^4/_5$ der gesammten Epithelhöhe einnimmt, wie am Boden der Sinnesgrube (Fig. 12; vgl. ferner die Figg. 4, 5, 9, 11). — Eine genauere Schilderung des Nervenfilzes kann ich hier nicht geben, da ich denselben hauptsächlich an Schnitten, jedoch nicht hinreichend an Zupfpräparaten untersucht habe.

Claus schreibt in seinem Lehrbuch (4. Aufl. 1880), dass er selbst, sowie O. und R. Hertwig, gleichzeitig und unabhängig von einander, das Nervenepithel und dessen Fibrillenschicht am Randkörper entdeckt haben; in einer Anmerkung fügt er dann hinzu, dass »neuerdings« Eimer dieselben ebenfalls gesehen und auch »die von Claus entdeckten Riechgruben« beobachtet habe. Dem entgegen ist doch zu betonen, dass die erste Veröffentlichung dieser beiden Entdeckungen von Seiten Eimer's geschah, in seinem Münchener Vortrage (7), während die Arbeit von Claus (4) erst nach dieser und eben so nach der vorläufigen Mittheilung von Gebrüder Hertwig im Druck erschien. Claus nennt sich also mit Unrecht als den ersten Entdecker des Randkörper-Nervenepithels und der Riechgruben. — Schewiakoff (21) erwähnt die den Nervenfilz durchsetzenden unteren Theile der Stützzellen; er bezeichnet sie als »Stützfasern«, »welche nichts als Fortsätze der inneren Enden der Stützzellen sind, welche bis zur Stützlamelle reichen und mit ihr in innige Verbindung treten«. Doch zieht er daraus nicht den Schluss, dass der Nervenfilz innerhalb des Epithels liegt.

An der unteren Grenze der Kernschicht des Randkörper-Epithels findet man hier und da Ganglienzellen; doch ist dies Vorkommen kein häufiges. Eimer und Claus haben diese Ganglienzellen zuerst nachgewiesen, Gebrüder Hertwig fanden nichts davon.

Allgemein lauten die Angaben der bisherigen Untersucher dahin, dass das Epithel, so weit es den Krystallsack überzieht, wimpernlos und nahezu ein Plattenepithel sei. Daran ist das Eine wahr, dass es hier bei Weitem niedriger ist als in anderen Stellen des Randkörpers. An Schnitten kann man sich aber überzeugen, dass auch hier bedeutende Unterschiede herrschen. Nur an der Stelle, die im Schuh über dem Rücken der Zehen liegen würde, also am vordersten dorsalen Ende des Randkörpers, ist das Epithel ein kubisches (Fig. 4; vgl. auch die nicht blau angegebene Stelle des *Rk* in Fig. 1); an dem Vorderende, den Seiten und der unteren Fläche des Krystallsackes finde ich ein Cylinderepithel, das sich durch die basale Nervenfilzschicht als Sinnesepithel ausweist; nach hinten zu wird dieses Epithel stetig höher und die Nervenfilzschicht dicker. (Auch Eimer fand an den Zellen des Vorderendes Nervenfortsätze.) Aber auch an jenem kubischen Epithel glaube ich an frischen Objekten, die ich in seitlicher Lage untersuchte, Wimpern wahrgenommen zu haben; konservirtes Material freilich zeigt solche nicht; doch es lässt sie auch an Stellen vermissen, wo im lebenden Thiere sicher welche vorhanden sind. Es wäre möglich, dass die Zahl

der hier verlaufenden Nervenfäserchen so gering ist, dass sie sich der Untersuchung entziehen. — Die übrigen Theile des Randkörpers tragen ein hohes Sinnesepithel von wechselnder Dicke. Auf Längsschnitten sieht man dorsal eine dicke Epithellage, die nach vorn und hinten zu ziemlich steil abfällt zu niedrigeren Epithelien (Fig. 3 und 4), nach vorn zu in das Krystallsackepithel, nach hinten in dasjenige des Decklappens übergehend. An den übrigen Ansatzstellen des Randkörpers setzt sich das Nervenepithel direkt in dasjenige der inneren Sinnesgrube fort (Fig. 5, links). Am dicksten ist das Epithel an den Seitentheilen, wie die Querschnitte Figg. 6*a* und 6*b* zeigen.

Um die Dickenverhältnisse des Randkörperepithels näher zu belegen, führe ich einige Zahlen an: Das höchste Epithel an den seitlichen Theilen des Randkörpers hat eine Gesammthöhe von 80 μ, davon kommen auf den zugehörigen Nervenfilz 36 μ; an dem Vorderende des Randkörpers sind die entsprechenden Zahlen 18 μ bezw. 3,5 μ; an der Sohle unter dem Beginn des Krystallsacks 21 μ bezw. 8 μ; etwas weiter nach dem Ansatz des Randkörpers, ebenfalls an der Sohle 32 μ bezw. 16 μ (die Steigerung des Verhältnisses von Epithelhöhe und Filz an diesen drei Stellen ist besonders lehrreich); an dem dem Hacken entsprechenden Theile 32 bezw. 11,5 μ; auf der dorsalen Seite sind die höchsten Zahlen 39 μ bezw. 13 μ. Das Verhältnis des Nervenfilzes zur Gesammthöhe, in Decimalbrüchen berechnet, ist der Reihe nach 0,45, 0,19, 0,38, 0,5, 0,36, 0,33.

Die Flimmerung ist an den einzelnen Theilen des Randkörpers verschieden. Sie ist oben und unten sehr lebhaft; auf der unteren Seite (der Sohle des Schuhes) geht die Flimmerung von hinten nach vorn, dem distalen Ende des Randkörpers zu; die Flimmern liegen dabei sehr schräg, wie die Halme eines von heftigem Winde bewegten Kornfeldes; Ähnliches beschreibt v. LENDENFELD (16) bei Cyanea Annaskala. An der oberen Fläche (dem Fußrücken entsprechend) ist die Flimmerung ebenfalls nach vorn gerichtet. Am Vorderende geht die Wimperung nach abwärts (auf die Spitze der Sohle zu) und ist ziemlich schwach; die Flimmern stehen fast senkrecht zum Epithel und beschreiben bei ihrer Bewegung einen spitzen Kegelmantel.

Die Faserrichtung im Nervenfilz ist ebenfalls verschieden an den einzelnen Stellen des Randkörpers. Auf Schnitten erkennt man sie am deutlichsten dann, wenn sie mit der Schnittrichtung zusammenfällt; sie erscheint in diesem Falle als feine Streifung. Da jedoch diese Erscheinung eine Deutung auf zwei entgegengesetzte Richtungen zulässt, so kommen als weitere Kennzeichen die Dickenverhältnisse des Nervenfilzes in Betracht: die Fasern verlaufen nach der Seite, nach welcher der Nervenfilz verhältnismäßig dicker wird. Fallen Schnittrichtung und Faserrichtung nicht zusammen, so erscheint auf den Präparaten der Nervenfilz punktirt durch die Quer- oder Schrägschnitte

der Fasern. In den seitlichen und unteren Theilen des Randkörperepithels ziehen die Fasern von vorn nach hinten; an den unteren Theilen stimmt hierzu gut die Zunahme der relativen Dicke des Nervenfilzes: 0,19; 0,38; 0,5 (vgl. oben). In dem dorsalen Nervenepithel, welches ja hinten in das niedrige Exumbrellaepithel übergeht, laufen die Fasern offenbar nach beiden Seiten hin; dafür spricht auch der Umstand, dass auf einem Querschnitt der Nervenfilz in der Mitte dünner ist und nach beiden Seiten zu ansteigt (Fig. 6 *a* und *b*). Die seitlichen Theile bilden offenbar eine besondere Ansammlung von Fasern; hier ist der Filz am dicksten; die Fasern verlaufen in diesen Seitentheilen von vorn nach hinten, gegen den Randkörperansatz hin.

Zur Erhärtung dieser Angaben weise ich auf die Zahlen der folgenden Tabelle hin; in derselben bedeuten die Zahlen eines Faches der Reihenfolge nach: die Dicke des Gesammtepithels, die Dicke des zugehörigen Nervenfilzes, das Verhältnis beider (in Klammern). Die wagerechten Reihen beziehen sich auf denselben Querschnitt; in den senkrechten Reihen stehen die Zahlen von entsprechenden Stellen der verschiedenen Querschnitte unter einander.

	In der Mitte der Dorsalfläche	Etwas mehr seitlich	Ganz an der Seite	Größte Dicke in den Seitentheilen
1) Über dem Anfang des Krystallsacks . . .	48,3 μ; 13,8 μ; (0,29)	55,2 μ; 18,4 μ; (0,33)	59,8 μ; 23 μ; (0,38)	62,1 μ; 32,2 μ; (0,51)
2) In der Mitte des Randkörperstiels. . . .	62,1 μ; 18,4 μ; (0,30)	64,4 μ; 25,3 μ; (0,40)	69 μ; 32,2 μ; (0,47)	73,6 μ; 39,1 μ; (0,53)
3) Nahe d. Randkörperansatz .	25,3 μ; 9,2 μ; (0,36)	48,3 μ; 18,4 μ; (0,38)	66,7 μ; 34,5 μ; (0,52)	78,2 μ; 43,7 μ; (0,56)

Man bemerkt überall ein Ansteigen der Verhältniszahlen von der Mitte nach der Seite für denselben Querschnitt; die absolute Dicke des Epithels ist in der zweiten wagerechten Reihe am größten; dagegen steigt in der letzten senkrechten Reihe die absolute Dicke des Epithels und des Nervenfilzes sowie die relative Dicke des letzteren von vorn nach hinten. Man kann sich nach diesen Zahlen leicht ein Bild von der Beschaffenheit des dorsalen Randkörperepithels machen.

Greeff (9) meint, dass »der mit sehr hohem Cylinderepithel bis an den Endknopf des Sinnesorgans herantretende verhältnismäßig breite Nervenstrang« hier plötzlich mitsammt dem Cylinderepithel aufzuhören scheine. Er hört aber hier nicht auf, sondern er entspringt hier.

An den seitlichen und dem hinteren Theile der Randkörperbasis (im Schuh unter der Stelle, wo die Knöchel sitzen und am Absatz) erfährt das Sinnesepithel eine bemerkenswerthe Umbildung. Die Nervenfilzschicht ist hier verhältnismäßig sehr dick; bei einer Gesammthöhe des Epithels von 48 μ misst sie 32 μ, also 0,66 oder $^2/_3$; in diesem Nervenfilz liegen zahlreiche Ganglienzellen, deren Kerne an Hämatoxylinpräparaten sehr auffallen (Fig. 9 und Fig. 5 *gz*). Wir haben hier offenbar einen Theil des Nervencentrums vor uns; der andere bedeu-

tend größere Theil, mit dem diese Stellen in direkter Verbindung stehen, liegt in der inneren Sinnesgrube; ich werde daher weiter unten noch näher darauf einzugehen haben. Jedenfalls ist es sehr bezeichnend, dass sämmtliche Nervenfibrillen des Randkörpers nach diesen Stellen hinlaufen: die Fibrillen von den dorsalen und seitlichen Nervenepithelien laufen nach den seitlichen, die von den ventralen laufen nach den hinteren (inneren) Theilen des Nervencentrums am Randkörper zusammen.

Durch das Vorhandensein von Ganglienzellen zeichnet sich der Nervenfilz an dieser Stelle vor dem aller übrigen Theile des Randkörpers aus, wo Zellen in ihm selbst nur vereinzelt vorkommen; auch die an der unteren Grenze der Kernlage des Epithels gelegenen Ganglienzellen (vgl. oben) sind bei Weitem spärlicher.

Über das Vorkommen von Ganglienzellen im Randkörper gehen die Ansichten der Forscher sehr aus einander, während sonst meine Schilderung des Epithels mit den Darstellungen der Mehrzahl übereinstimmt. Eimer und Claus finden im ganzen Epithel des Randkörpers Ganglienzellen »unter dem Epithel«, die Gebrüder Hertwig nirgends eben so wie Schäfer. Claus (2, p.258) führt seine Ansicht des Genaueren in folgender Weise aus: »Von den Stützzellen abgesehen, die eine mehr oberflächliche Lage einhalten, liegen die kleinen Kerne der hohen, in zarte Stäbchen ausgezogenen Nervenzellen in mehreren Reihen geschichtet. Indessen gehören die theilweise durch bedeutendere Größe ausgezeichneten tiefen Kerne nicht mehr den Stäbchenzellen, sondern besonderen von der Oberfläche herabgerückten Ganglienzellen an, wie wir sie auch am Randkörperstiel von Charybdea, wenngleich mehr in die Fibrillenschicht selbst herabgerückt, kennen gelernt haben. Es handelt sich hier um ein Verhältnis, in dessen Beurtheilung ich den Ansichten O. und R. Hertwig's entschieden gegenüberstehe. Während diese Forscher sämmtliche Kerne des geschichteten Nervenepithels auf die Zellen desselben beziehen, und demgemäß das Nervensystem der Acraspeden lediglich aus Sinneszellen und der dicken Schicht feinster Nervenfibrillen bestehen lassen, so dass sich die Nervenfaserschicht nur aus den Ausläufern der Epithelzellen zusammensetze, sind nach meinen Beobachtungen, wie bei den Craspedoten, so auch hier eine Menge allerdings relativ kleiner tief liegender Ganglienzellen vorhanden.« Dass solche Ganglienzellen wirklich da sind, habe ich oben bestätigt. Doch scheint Claus ihre Zahl zu überschätzen; jedenfalls treten sie gegen die von mir als Nervencentrum bezeichneten Ganglienzellen in ihrer physiologischen Bedeutung zurück. — Eine ganz besondere Schilderung giebt v. Lendenfeld von dem Nervenepithel der australischen Medusen: er findet es stets zusammengesetzt aus einem Epithel und einem Subepithel; bei Cyanea Annaskala beschreibt er im Epithel zwischen sehr breiten Stützzellen spindelförmige Sinneszellen, welche direkt aus subepithelialen Ganglienzellen abgehen; eine Nervenfilzschicht fehlt. Dagegen besteht das Subepithel von Crambessa mosaica aus zahlreichen longitudinalen Fasern, die vielfach die direkte Fortsetzung von Sinneszellen sind und in ihrem Verlaufe oft zu bipolaren Ganglienzellen anschwellen. Seine Zeichnung hat jedoch mit den von mir gesehenen Bildern keine Ähnlichkeit; sie sieht etwas schematisirt aus. Dass die australischen Quallen im histologischen Aufbau von ihren morphologisch nahestehenden europäischen Ver-

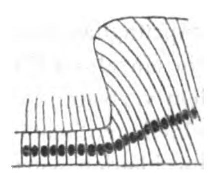
wandten so weitgehende Abweichungen zeigen, ist sehr wunderbar. — Die wenigen, innerhalb des Nervenfilzes am Randkörperstiel gelegenen Ganglienzellen hat auch SCHEWIAKOFF (21) gesehen. In der nächsten Nähe des Becherauges von Aurelia bemerkte er außerdem eine größere Anzahl von Ganglienzellen, »die jedoch von den peripher gelegenen Sehzellen nicht zu unterscheiden sind«.

Wie schon gesagt, ist der Randkörper innen hohl und dieser Hohlraum, das Randkörperrohr (EIMER), hängt mit dem Gastrovascularsystem zusammen, ist eine Verlängerung des radiären (bezw. interradiären) Gefäßkanals; seine Wandung besteht somit aus Entodermzellen. Das Randkörperrohr zerfällt nach der Weite seines Lumens und der Beschaffenheit seiner Wandung in zwei Abschnitte, die den äußeren Abschnitten des Randkörpers, dem Randkörperstiel und dem Krystallsack, entsprechen. Im Inneren des Randkörperstiels ist der Hohlraum von kreisrundem Querschnitt und hat überall gleichen Durchmesser; die Wand besteht hier aus wimpernden Zellen, die denen der Gefäßkanäle vollkommen gleichen, nur dass sie etwas höher sind als diese (19 μ). Aber auch auf einem und demselben Querschnitte des Randkörperrohres zeigt das Epithel an verschiedenen Stellen eine wechselnde Dicke; es sind nämlich die Zellen der seitlichen Wandungen höher als die der oberen und unteren (23 μ gegen 18,5 μ) (Fig. 6*a* und 6*b*). Zwischen den Flimmerzellen sind Drüsenzellen eingestreut.

Der andere Theil des Randkörperhohlraumes liegt innerhalb des Krystallsackes; er ist den bisherigen Untersuchern vollkommen entgangen, da er bei der Undurchsichtigkeit seiner Wandungen von außen nicht sichtbar ist und auf senkrechten Längsschnitten des Randkörpers nur dann deutlich wird, wenn diese genau in der Längsachse geführt sind; ich konnte ihn auf solchen eben so wie auf Querschnitten an zahlreichen Präparaten nachweisen (Figg. 3, 4, 6*c*, 7 rkr_1). Der Hohlraum ist hier viel enger als im Randkörperstiel, hat auch nicht wie dort einen kreisförmigen Querschnitt, vielmehr könnte man die Form desselben als lang birnförmig bezeichnen oder mit dem Querschnitt eines Keils vergleichen, dessen Rücken abgerundet ist. Diese Verengerung wird bewirkt durch die bedeutendere Höhe der Epithelzellen, welche die Wandung des Randkörperrohres in diesem vorderen Theile bilden. Auch hier sind die Seitenwandungen dicker als die oberen und unteren, nur sind die Unterschiede noch bedeutender als im Entodermrohr des Randkörperstiels (vgl. Fig. 8*b* mit 8*a*). Durch diese Verschiedenheiten in der Dicke der Wandungen wird die von den Seiten her plattgedrückte Form des Krystallsackhohlraumes bedingt.

Die Grenze zwischen den beiden Abschnitten des Randkörperrohres

fällt mit derjenigen zwischen Randkörperstiel und Krystallsack zusammen, und steht somit, wie diese, nicht senkrecht zur Längsachse des Randkörpers, sondern ist gegen dieselbe in der Weise geneigt, dass sie auf der »Rückenseite« der Spitze näher liegt als auf der »Sohlenseite« (Fig. 4). Die beiden Abschnitte des Randkörperrohres sind scharf gegen einander abgesetzt durch eine Erhöhung des Entodermepithels. Jedoch ist diese Erhöhung nicht eine plötzliche; die an der Grenze stehenden Zellen würden ja sonst mit ihren Seitentheilen eine Oberfläche begrenzen, was wohl nirgends vorkommt. Vielmehr nehmen die Zellen allmählich an Größe zu und neigen sich mit ihren oberen Theilen der Basis des Randkörpers zu, so dass sie auf diese Weise eine Ebene bilden, welche den Eingang zu dem engeren Theile des Randkörperrohres rings umgiebt; das beigedruckte Schema (Abbildung I) und die Fig. 4 machen dies deutlich.


Abb. I.

Es besteht also am Eingang des verengten Randkörperrohres die Wandung desselben aus hohen Epithelzellen. Weiterhin scheint das auf den ersten Blick anders zu sein. Dort liegt in der Wand eine große Anzahl wabenförmiger Hüllen, welche im frischen Randkörper je mit einem Krystall erfüllt sind, nur durch wenig Zwischenmasse von einander getrennt; in der Zwischenmasse sieht man Zellkerne und einzelne Häufchen körnigen Pigments vertheilt, und man bekommt den Eindruck, als lägen hier polygonale Zellen, in welchen die Krystalle durch Absonderung entstanden wären. In dieser Weise ist der Inhalt des Krystallsackes bisher auch stets aufgefasst worden. Bei genauerem Zusehen entdecken wir aber auch in diesen Theilen der Krystallsackwand die Spuren von hohen Epithelzellen. Besonders in der Umgebung des Hohlraums sieht man diese schmalen Zellkörper deutlich neben einander liegen; die Pigmentkörnchen, welche zwischen den Zellen liegen, machen das noch augenfälliger durch ihre Anordnung senkrecht zur Oberfläche der Wand (Fig. 4, 8 *a* und 8 *b*). An günstigen Stellen kann man diese Zellenden bis weit zwischen die Krystalle hinein verfolgen, häufig bis zu ihrem Kern; bisweilen sieht man sie dann einem Krystall so aufsitzen, dass man sich der Vermuthung nicht verschließen kann, dieser Krystall sei von der Zelle abgesondert, so in Fig. 8 *a* links und rechts am Rande. Die Zellkörper verlaufen parallel, bisweilen nach außen strahlenförmig aus einander weichend, einzelne wohl auch etwas gebogen, sich zwischen den Krystallen durchschlängelnd. Nach der inneren (proximalen) Grenze des Krystallsackes zu zeigen diese Verhältnisse eine zunehmende Klarheit; die Krystalle werden kleiner

und spärlicher, die Zellen immer deutlicher, bis man endlich zu den an der Grenze selbst liegenden Zellen kommt, in denen überhaupt keine Krystalle abgesondert worden sind (Fig. 4). So finden wir einen allmählichen Übergang von einem deutlichen hohen Cylinderepithel zu dem durch Krystallablagerung durchaus veränderten Theile der Wand. Jedenfalls ergiebt sich daraus, dass auch jene Theile, in denen jetzt die Zellen undeutlich sind, ursprünglich ein Cylinderepithel mit hohen schmalen Zellen darstellten. Die einzelnen Übergänge, die wir jetzt noch vom unveränderten zu dem verwandelten Epithel neben einander sehen, zeigen uns die verschiedenen Zustände, welche von jenen Theilen zeitlich nach einander durchlaufen wurden.

Bisher wurde der Krystallsack stets als solid angenommen; dass er jedoch in früheren Entwicklungsstufen einen Hohlraum hat, dessen Wände von Entodermepithel gebildet werden, hat CLAUS (4, p. 111) von Chrysaora beschrieben. v. LENDENFELD meint, dass das »entodermale Subepithel« eine Masse polyedrischer Zellen im distalen Randkörpertheil bilde, deren jede einen Otolithen von rundlicher oder eckiger Gestalt birgt. Dieses »entodermale Subepithel« ist eigens für die Erklärung des Krystallsacks erfunden, denn sonst kommt es im Entoderm nirgends vor. — Die Ansicht von GREEFF, dass die Krystalle sammt dem sie stützenden Zellnetz vom Mesoderm abstammen, wird keine weiteren Anhänger finden, eben so wenig wie die Vermuthung, dass der nach vorn verlaufende »Nerv« sich an der Stelle, wo er aufzuhören scheint, in ein feines Netz auflöse und in das die Krystalle bergende Stützwerk des Sinneskörpers eindringe. Der »Nerv« läuft eben nicht nach vorn, sondern von vorn nach hinten.

An der Entodermbekleidung des Randkörperrohres findet sich noch eine Stelle, welche unsere Aufmerksamkeit in hohem Maße verdient. Gerade über der Ursprungsstelle des Randkörpers nämlich erstreckt sich die äußere Sinnesgrube, welche wir weiter unten näher zu besprechen haben, ziemlich tief in die Gallerte hinab, so dass ihr Boden von der Wand des Randkörperrohres nur durch eine dünne Gallertlage (etwa 10 μ dick) getrennt ist. Durch diese strahlen vom Boden der Sinnesgrube zahlreiche Nervenfäserchen gegen das Randkörperrohr aus und bilden um dasselbe eine Hülle verfilzter Nervenfasern, einen Nervenfilz, der den Gefäßkanal in der Höhe des Randkörperursprungs umgiebt (Fig. 5 *nfs*). Es ist unwahrscheinlich, dass dieser Nervenfilz Fäserchen von den Entodermzellen bekommt. An der hinteren Seite des Randkörperursprungs (dem Hacken des Schuhs entsprechend) steht dieser Nervenfilz mit demjenigen des dort liegenden Nervenepithels in Verbindung, wie ich auf Querschnitten deutlich erkannte. Also haben wir hierin wohl nur die Brücke zu sehen, durch welche die äußere Sinnesgrube mit dem Ner-

vencentrum am Grunde des Randkörpers verbunden ist. Doch scheinen auch einige Nervenfasern an das Gastrovascularsystem abzugehen; wenigstens habe ich eine solche eine Strecke weit in der dorsalen Wand des Radiärgefäßes zwischen der Basis der Epithelzellen verfolgen können (Fig. 5 *nf*).

SCHÄFER (20) hat diese Nervenbrücken zwischen äußerer Sinnesgrube und Randkörperrohr sowie den Nervenfilz um das Randkörperrohr zuerst beobachtet und gut abgebildet (Fig. 18). Er findet jedoch am ganzen Randkörperstiel unter den Entodermzellen ein »Fibrous stratum« wie unter den Ektodermzellen, und führt dasselbe auf dünne Fortsätze von Zellen des Krystallsackes zurück; ich habe nirgends an den vorderen Theilen des Randkörperrohres einen Faserfilz unter den Zellen beobachten können. — SCHEWIAKOFF (21) sagt, dass bei Aurelia die Nervenfaserschicht des »Riechgruben«-Epithels »mit der Nervenfaserschicht des Randkörpers in direkter Verbindung« stehe, »wie man sich an höher geführten Schnitten leicht überzeugen kann«; er wiederholt dann später, dass sich die letztere »in die unterhalb der Riechgrube gelegene Nervenfaserschicht fortsetze«. Eine genauere Beschreibung oder Abbildung giebt er jedoch nicht, so dass schwer zu sagen ist, wie weit seine Beobachtungen mit denen von SCHÄFER und mir übereinstimmen.

Wie EIMER (8) habe auch ich einen Zwillingsrandkörper mit gemeinsamer Randkörperwurzel gefunden (Fig. 10). Auf gewisse Abweichungen in der Lage der Randkörper werde ich weiter unten zu sprechen kommen.

Zur Vergleichung bespreche ich in Kurzem den Randkörper von Cotylorhiza. In der Form ist derselbe demjenigen von Rhizostoma sehr ähnlich; nur erscheint er etwas plumper. Die Fig. 17 und 18 geben besser eine Vorstellung von der Gestalt desselben, als es Schilderungen vermögen; auch hier haben wir keine walzenförmige, sondern eine von oben nach unten zusammengedrückte Gestalt. Die histologische Beschaffenheit des Epithels ist die gleiche wie bei Rhizostoma. Eben so sind die Dickenverhältnisse desselben ähnliche; vor Allem sind es auch hier die Seitentheile des Randkörpers, welche das dickste Epithel und zugleich den verhältnismäßig dicksten Nervenfilz zeigen (62 μ bezw. 39 μ, Verhältnis 0,63). In der Nervenfilzschicht des Randkörperepithels liegen auch hier keine Ganglienzellen, auch an der Ansatzstelle des Randkörpers nur vereinzelte; das Nervencentrum scheint hier fast ganz in der inneren Sinnesgrube gelegen zu sein. Der Theil des Randkörperrohres, der sich in den Krystallsack hinein fortsetzt, ist hier außerordentlich dünn, bisweilen ganz obliterirt; so ist er auf Fig. 18 noch deutlich wahrnehmbar; an dem Querschnitt durch den Krystallsack jedoch, der auf Fig. 19 dargestellt ist, findet sich nur eine Andeutung davon. Die Absonderung von Krystallen finde ich auch an jungen Exemplaren schon so weit fortgeschritten, dass krystallfreie Zellen, wie bei Rhizostoma, nicht mehr vorhanden sind. Doch erkennt man auf Querschnitten

noch ziemlich deutlich die Zellkörper der Epithelzellen (Fig. 19). Wir können also nicht zweifeln, dass auch hier der Krystallsack ursprünglich von einem hohen Cylinderepithel ausgekleidet war. An dem Entoderm des Randkörperrohres fand ich bei Cotylorhiza keinen Nervenfilz; es hängt dies offenbar mit dem Fehlen der äußeren Sinnesgrube zusammen, ein Zeichen, dass der Nervenfilz am Entoderm bei Rhizostoma wahrscheinlich nur als Verbindungsbrücke von der äußeren Sinnesgrube zum Nervencentrum am Randkörperansatz und der inneren Sinnesgrube dient.

Das Dach der Randkörpernische hat bei Rhizostoma hinter dem Randkörper die Form eines Tonnengewölbes, das in seiner Längserstreckung radiär d. h. auf den Mundstiel der Meduse zu, gerichtet ist. In der gleichen Richtung ist es mitten durchzogen von einem scharfen Kamm, der das Gewölbe in zwei Theile sondert. Diese Sonderung erkennt man schon bei der Betrachtung der unverletzten Randkörpernische von der Subumbrella aus (Fig. 2); durch die helle Gallerte der Subumbrella sieht man das undurchsichtige Epithel des Daches der Randkörpernische in Form einer dunklen breiten, abgerundeten Scheibe durchscheinen, die oben in ihrer Mitte einen hellen Einschnitt, das Bild jenes Gallertkammes, zeigt. Auch auf Schnitten (Fig. 14 *khs*) ist der Kamm deutlich sichtbar, und wir erkennen hier, dass wir es nicht etwa mit einer Faltung des Epithels, sondern mit einer kielförmigen Erhebung der Gallerte zu thun haben, der das Epithel dicht anliegt, und in der sich hier und da auch Gallertzellen finden. Nach seinen beiden Enden zu nimmt der Kamm an Höhe ab und verstreicht nach hinten; mit seinem Vorderende geht er gerade in den Ursprung des Randkörpers ein (Fig. 1 *khs*).

Dieses Dach der Randkörpernische trägt fast in seiner ganzen Ausdehnung ein hohes Nervenepithel, welches dem des Randkörpers in allen Stücken gleicht, ich bezeichne diesen Bezirk als innere Sinnesgrube. Nach vorn zu steht das Epithel derselben mit dem des Randkörpers in ununterbrochenem Zusammenhang, nach hinten reicht es nicht ganz bis an den Eingang der Randkörpernische, sondern ist durch eine Strecke einfachen Cylinderepithels von demselben getrennt. Seitlich greift das Nervenepithel in etwa halbkreisförmigem Bogen auf die Seitenwände der Randkörpernische über. Die Ausdehnung dieses Epithels habe ich in Fig. 1 mit blauer Farbe angedeutet. Der Schnitt ist bei dieser Figur etwas seitlich von dem Gallertkamme radiär durch die Randkörpernische geführt; die eine Hälfte des Gewölbes ist also fortgenommen, und man sieht auf den Kamm und die von diesem theilweise verdeckte andere Hälfte des Gewölbes. Auch der Kamm ist von

Nervenepithel überzogen; er trennt also nicht zwei Epithelgebiete von einander, sondern dient lediglich der Vergrößerung der Oberfläche. Im Übrigen ist die Wand der Sinnesgrube vollkommen glatt, ohne Falten, Zapfen oder Vorsprünge.

Der Vergrößerung der epithelialen Oberfläche mögen auch die paarigen Einsenkungen dienen, welche bei Aurelia die innere Sinnesgrube darstellen. Von EIMER (8) sind sie als Riechkappen bezeichnet. SCHÄFER (20) hat zwar ihre Paarigkeit verkannt, schildert aber sonst treffend diese »Fovea nervosa inferior« als »a deep depression of the surface«, und giebt eine entsprechende Zeichnung davon. Seine Abbildung, Fig. 17, stimmt mit derjenigen EIMER's, Taf. V, Fig. 1, ganz überein. Diese inneren Sinnesgruben sind wahrscheinlich das Gleiche, was EHRENBERG bei Aurelia als Ganglien beschreibt. Auch CLAUS (1) bildet diese paarigen Gruben richtig ab und nennt sie Ganglien, beschreibt sie aber als »paarige, in Form zweier Zapfen angeschwollene Verdickungen des Ektoderms«. CLAUS selbst scheint nach seinen Ausführungen im Nachtrag zu 3 diese Übereinstimmung seiner »Ganglien« mit EIMER's Riechkappen nicht zuzugeben; wenn er sich hier aber auf SCHÄFER's Darstellung beruft, so erkennt er damit auch die Richtigkeit des EIMER'schen Befundes an; seine erste, oben im Wortlaut angeführte Angabe aber lässt sich nur so deuten, dass er diese Gebilde für solide Zapfen gehalten hat. Diesen Eindruck hat schon EIMER bekommen, und ich theile denselben, auch auf die Gefahr hin, von CLAUS dafür eben so wie EIMER ohne Namennennung in wohlfeiler Weise angegriffen zu werden. — Bei Cotylorhiza ist die innere Sinnesgrube nicht von einem Kiel durchsetzt, sondern ganz glatt; bei Pelagia fand ich das Nervenepithel in der Randkörpernische auf eine geringe Stelle am Randkörperansatz beschränkt.

In der inneren Sinnesgrube liegen im Nervenfilz des Epithels zahlreiche Ganglienzellen, wie ich das oben von den Stellen am Grunde des Randkörperstiels beschrieben habe. Besonders in der Nachbarschaft des Kammes und an der Ansatzstelle des Randkörpers sind diese Zellen häufig, an den anderen Stellen der Sinnesgrube kommen sie nur vereinzelt vor. Die in der Nervenfilzschicht liegenden Ganglienzellen halte ich für gleichwerthig mit denen, welche O. und R. HERTWIG und EIMER an der gleichen Stelle bei Craspedoten nachgewiesen und auf in die Tiefe getretene Epithelzellen zurückgeführt haben. Man kann für sie wohl die gleiche Herkunft annehmen. Auch hier sind die Kerne der Ganglienzellen verschieden groß; die meisten haben dieselbe Größe wie die Kerne der Epithelzellen, doch sind auch solche von fast doppeltem Durchmesser eingestreut. Der Zellleib der Ganglienzellen ist an Hämatoxylinpräparaten ungefärbt und hebt sich so gegen den umgebenden Nervenfilz deutlich ab (Fig. 5); er ist meist von etwas länglicher Gestalt und hat, so weit sich das nach Schnittpräparaten beurtheilen lässt, nur zwei Fortsätze, welche der Oberfläche des Epithels parallel nach entgegengesetzten Richtungen abgehen. Die mit Ganglienzellen ausgestatteten Epitheltheile der Sinnesgrube und des Randkörpers hängen unter einander

zusammen, und zwar bilden sie in ihrer Gesammtheit etwa die Gestalt eines Spornes, der dem Randkörperschuh ansitzt; der Hacken des Randkörpers wird von den zwei Spangen der Sporngabel seitlich umgriffen, während die zu Seiten des Kammes der Sinnesgrube liegenden Strecken dem Stachel des Spornes entsprechen würden.

In diesen, mit Ganglienzellen versehenen Theilen des Nervenepithels möchte ich die eigentlichen Centralorgane des Nervensystems der Medusen sehen. Ich gehe dabei von der Überlegung aus, dass eine centrale Nervenzelle, welche willkürliche Bewegungen auslösen soll, nicht direkt mit der Außenwelt in Beziehung stehen, vor Allem von dort keine unmittelbaren Reize empfangen darf.

Zu einer Betrachtung dieser Stellen als Nervencentren stimmt auch die Thatsache, dass nach ihnen zu die Fasern der Nervenfilzschichten zusammenströmen. Die Nervenfibrillen gehen im Randkörper, wie wir oben sahen, alle in den Seitentheilen und dem ventralen Theile desselben gerade auf die an seiner Basis gelegenen Theile des Nervencentrums zu. Auch die äußere Sinnesgrube ist durch die das Randkörperrohr umspinnenden Fasern mit der Basis des Randkörpers verbunden. Später werden wir sehen, dass auch das peripherische Nervensystem durch zahlreiche Fasern mit der inneren Sinnesgrube verbunden ist; doch kann ich den Verlauf dieser Fasern nur bis zum Eintritt in den Nervenfilz der Sinnesgrube verfolgen, innerhalb desselben jedoch nicht mehr genau bestimmen. Die am Randkörperstiel gelegenen Theile des Nervencentrums sind es vielleicht auch, welche verletzt werden beim Einstechen in den Randkörperstiel, worauf die rhythmischen Zusammenziehungen der Meduse aufhören (EIMER, vgl. unten).

Dass die Nervencentren in der Umgebung der Randkörper liegen, ist ja durch die Versuche von EIMER und ROMANES unzweifelhaft festgestellt. Ich glaube hiermit die morphologischen Grundlagen derselben gefunden zu haben. Zugleich aber ist die Ansicht von O. und R. HERTWIG widerlegt, dass bei den Acraspeden keine Ganglienzellen im Nervenfilze der Nervenepithelien vorkommen; damit fällt auch die Folgerung, dass das Acraspedennervensystem niedriger stehe als das der Craspedoten. Unhaltbar ist auch die Ansicht von SCHÄFER, dass wahrscheinlich die Gesammtheit der mit nervösem Substratum versehenen Epithelien ein rudimentäres Nervencentrum bilde. Auf die Ansichten von EIMER, dass das nervöse Centralorgan in der Gallerte gelegen sei, werde ich weiter unten zu sprechen kommen. Dort werde ich auch v. LENDENFELD's Angaben berücksichtigen.

Noch ein Wort über die Gefäßverhältnisse der Randkörpergegend, besonders der Ephyralappen. Das Radiärgefäß, in dessen Verlängerung das Randkörperrohr liegt, sendet nach den Seiten zwei Schenkel ab,

die in die Ephyralappen eindringen. Das Randkörperrohr ist mit den übrigen Gefäßen nicht durch eine Gefäßplatte verbunden, wie sie sich sonst zwischen den Gefäßen des Medusenschirmes ausbreitet; eine solche setzt sich an das Randkörperrohr überhaupt nicht an. Wohl aber gehen von den beiden Gefäßschenkeln der Ephyralappen Gefäßplatten aus; diese vereinigen sich mit dem Ektoderm (Figg. 15 und 16). Die Vereinigungsstelle der dem Randkörper zugekehrten Platte mit dem Ektoderm verläuft zunächst am Rande der inneren Sinnesgrube und geht dann im Grunde einer Furche am Ephyralappen entlang; ähnlich liegt die Verbindungsstelle der Gefäßplatten der anderen Seite in einer Furche (*gpf*). In den proximalen Theilen der Lappen ist die Entfernung zwischen Gefäß und Furche ziemlich groß, also die Gefäßplatte breit (Fig. 15); in dem distalen Theile dagegen senken sich die Furchen sehr tief ein, so dass nur noch ein ganz schmaler Zwischenraum, weniger Zellen Breite, zwischen dem Gefäß und dem Ektoderm bleibt und die Gefäßplatte hier sehr schmal ist (Fig. 16). Ich erwartete immer, auf eine Öffnung des Gefäßes nach außen zu stoßen; doch konnte ich eine solche nicht nachweisen. Auf der Strecke zwischen den beiden Gefäßplattenfurchen eines Ephyralappens sind, in den distaleren Theilen der Lappen, die meisten Epithelzellen zu Drüsenzellen umgewandelt (Fig. 16). Interessante Aufschlüsse giebt vielleicht die Verfolgung dieser Thatsache an der Ephyra.

Dies Verwachsen der Gefäßplatten mit dem Ektoderm in der Nähe der Randkörper wurde zuerst von Eimer beschrieben; doch leugnet v. Lendenfeld solche Verbindung und findet die betreffenden Angaben Eimer's zweifelhaft. Ich glaube dieselben hiermit als richtig erwiesen zu haben.

Die äußere Sinnesgrube liegt auf einem flachen Wulst des Exumbrellarandes, der im Zusammenhang mit den Ephyralappen steht (Trichterwulst, Claus). An der Stelle, die über dem Ursprung des Randkörpers liegt, senkt sich das Epithel breit trichterförmig tief in die Gallerte ein, wie schon oben geschildert. Die gegen den Schirmrand stehen bleibende Gallertleiste, welche von niedrigem Exumbrella-Epithel überzogen ist, wird als Decklappen (Fig. 1 *dl*) des Randkörpers bezeichnet; dieser schließt die Randkörpernische nach vorn ab. Wo sie vom Rande dieses Decklappens begrenzt wird, ist die Sinnesgrube am breitesten; von hier aus setzt sie sich nach oben in der Form eines gleichschenkligen Dreiecks fort; in ihren oberen Theilen ist sie weniger tief eingesenkt (vgl. Figg. 10, 14, 15 *äsg*, und die beigedruckte Abbildung II).

Das ganze Gebiet, welches von den Schenkeln dieses Dreiecks und

vom Oberrande des Decklappens begrenzt wird, ist mit einem Nervenepithel bekleidet. Das Epithel ist jedoch nicht glatt ausgebreitet, sondern stark gefaltet. Die Gallerte unter dem Epithel nämlich erhebt sich in zahlreichen mehr oder weniger scharfen Leisten und Kielen, zwischen denen dann Furchen liegen. Die Richtung dieser Kiele ist eine doppelte; ein Theil derselben geht vom Boden der Sinnesgrube strahlenförmig gegen die Ränder derselben hin; ein anderer dagegen begrenzt die Ränder der Grube. Da wo die Leisten von beiderlei Richtung zusammenstoßen, biegen sie in einander um. Das Epithel schmiegt sich der Gallerte eng an und macht ihre Unebenheiten mit; so entstehen also Erhöhungen und Vertiefungen im Gebiete der Sinnesgrube.



Abb. II.

In der ganzen Sinnesgrube beobachtet man eine lebhafte Flimmerung (Huxley). Die Richtung der Flimmerbewegung ist eine ganz bestimmte; sie geht in den Vertiefungen von dem Boden der Sinnesgrube fort nach dem Rande zu, also strahlig wie die Thäler zwischen den Leisten. Von den Erhöhungen aber geht überall die Flimmerrichtung den Thälern zu (Abbildung II); auf der beistehenden Figur ist durch Pfeile die Richtung der Flimmerbewegung angegeben.

Das Epithel der Sinnesgrube gleicht dem des Randkörpers; es ist ein Nervenepithel mit Nerven- und Stützzellen; nur in den Vertiefungen finden sich vereinzelte Drüsenzellen von schlanker Gestalt, die sich bei der Untersuchung des frischen Gewebes als hellglänzende Punkte abheben; dieselben unterscheiden sich von denen der Subumbrella dadurch, dass sich ihr Inhalt mit Hämatoxylin nur wenig färbt. Im basalen Theile des Epithels liegt ein Nervenfilz, dessen Dicke nach dem Grunde der Sinnesgrube zu wächst, und zwar nicht nur absolut, sondern auch relativ; das zeigen folgende Zahlen, welche die Höhe des Gesammtepithels und die des zugehörigen Nervenfilzes für eine Anzahl von oben nach unten auf einander folgender Stellen angeben; das jedesmalige Verhältnis beider ist in Klammern zugefügt: 16 μ, 2,3 μ (0,14); 27,6 μ, 6,9 μ (0,25); 29,9 μ, 9,2 μ (0,31); 41,4 μ, 11,5 μ (0,30); 48,3 μ, 16,1 μ (0,33). Die Richtung der Nervenfibrillen geht strahlig

nach dem Boden der Sinnesgrube zu, wie diejenige der Epithelfalten und Gallertleisten; die Dickenzunahme des Nervenfilzes nach unten zu erklärt sich also auch hier dadurch, dass zu den Fibrillen der betreffenden Epithelstelle von oben noch weitere hinzukommen. Im Grunde der Sinnesgrube, wo sich alle diese Fibrillenmengen auf engem Raume vereinigen, ist dann ein Nervenfilz von außerordentlicher Dicke angesammelt, so dass das Epithel über demselben hier knopfförmig aufgetrieben wird; im Übrigen ist die Zahl der Nervenzellen hier nicht größer, die Schicht der Kerne der Epithelzellen nicht dicker als an anderen Stellen (Fig. 5 und 9). Bei einer Gesammthöhe des Epithels von 115 μ kommen 98 μ auf den Nervenfilz (Verhältnis 0,85). Auch im Epithel der äußeren Sinnesgrube gehen die Stützzellen stets bis zur unterliegenden Gallerte, selbst bei dem dicken Nervenfilz am Boden derselben (Fig. 9), so dass auch hier der Nervenfilz innerhalb des Epithels liegt.

Vom Grunde der äußeren Sinnesgrube strahlen ziemlich zahlreiche Nervenfasern aus (Fig. 5 und 9). Man kann dieselben durch die Gallerte zu dem Entoderm des Randkörperrohres verfolgen, in dessen Nervenfilz sie eingehen, wie oben geschildert wurde. Da wo sie von der Sinnesgrube abgehen, erhebt sich das Gewebe ein wenig kegelförmig, indem wahrscheinlich mehrere Fäserchen, die nicht dicht bei einander liegen, sich zu einem die Gallerte durchsetzenden Bündelchen vereinigen; eine ähnliche kegelförmige Verbreiterung zeigen diese Bündelchen beim Ansatz an das Entoderm. Auch an den Seitentheilen des Bodens der Sinnesgrube konnte ich solche Fäserchen abgehen sehen (Fig. 9), vermochte sie jedoch nicht weiter zu verfolgen. Sie haben scheinbar die Richtung auf das Ektoderm des Randkörperursprungs; doch sah ich sie nie bis dorthin verlaufen, eben so wenig wie ich dort kegelförmige Ansätze ankommender Nervenfasern bemerkte[1]. Ich glaube aber, dass sie in schwachem Bogen nach den etwas ferner liegenden Theilen des Nervenfilzringes gehen, der das Randkörperrohr umgiebt. Da dieser Nervenfilzring mit dem Ektoderm der Randkörperbasis verbunden ist, so ist auch die äußere Sinnesgrube mit dem dort liegenden Nervencentrum verknüpft.

Ganglienzellen habe ich — vielleicht mit Ausnahme einer gleich zu besprechenden Stelle — nirgends in der Nervenfilzschicht der äußeren Sinnesgrube bemerken können. Sie ist also lediglich Sinnesorgan. Als solches mag sie dem Geschmackssinn dienen, wenn auch andere Deutungen durchaus nicht auszuschließen sind.

[1] SCHÄFER hat allerdings solche Fasern beschrieben und abgebildet (Fig. 18).

An dem Epithel dieser Sinnesgrube bemerkte ich eine durch besondere Eigenthümlichkeiten ausgezeichnete Stelle; auf radiären Schnitten (Fig. 1 *) liegt sie 250 μ vom Boden der Sinnesgrube entfernt und dehnt sich nach oben aus auf eine Strecke von 170 μ. Sie nimmt in ihrer Breitenerstreckung die Mitte der Sinnesgrube ein, und ist etwa 400 μ breit. Ich habe sie an allen Präparaten an der gleichen Stelle regelmäßig wiedergefunden. Das Epithel zeichnet sich hier dadurch aus, dass in der Nervenfilzschicht noch eine Anzahl Kerne liegen. Dieselben gehören nur zum Theil Ganglienzellen an, wie in der inneren Sinnesgrube, die meisten jedoch gehören zu Epithelzellen, welche durch ihren dünnen, fadenförmigen Protoplasmaleib ganz das Aussehen von Nervenzellen haben; dass sie solche sind, wird wahrscheinlicher dadurch, dass sie sich mit Osmiumsäure dunkler färben als andere, breitere Epithelzellen zwischen ihnen, die man als Stützzellen ansprechen muss; dazwischen finden sich noch zahlreiche andere Nervenzellen, deren Kerne nicht im Nervenfilz liegen (Fig. 13). An dieser Stelle nun t r e t e n v o n d e r N e r v e n f i l z s c h i c h t a u s z a h l r e i c h e F a s e r n i n d i e G a l l e r t e e i n: es bilden sich kleine, in die Gallerte hineinragende Kegel, und diese verlängern sich in einzelne Faserbündelchen, die sich wohl auch in mehrere Einzelfasern auflösen. Die Fasern mögen zum Theil den oben besprochenen Zellen zugehören, die man nur hier trifft; zum Theil kann man aber auch verfolgen, dass sie nach dem oberen Ende der Sinnesgrube zu in den Nervenfilz umbiegen. Dieses Verhalten ist um so auffälliger, als ich sonst an keiner Stelle der Sinnesgrube, ausgenommen den Boden derselben, Fasern in die Gallerte habe eintreten sehen, und als hier kein anderes Epithel in der Nähe ist, nach dem sie hinziehen könnten. Auch ist die Zahl der in der Nähe liegenden Gallertzellen, mit denen die Fasern eine Verbindung eingehen könnten, nur eine beschränkte. Jedenfalls ist aber nicht anzunehmen, dass diese Nervenfasern frei in der Gallerte endigen.

Eimer hat eine Verbindung von Fasern der Gallerte mit Epithelzellen der Sinnesgrube bei Aurelia in viel größerer Ausdehnung gesehen (8, p. 177). Vergleichende Untersuchungen an einer größeren Anzahl von Arten sind hier nothwendig, um diese wichtigen Verhältnisse, die bisher nur von Eimer beobachtet wurden, genauer zu erforschen.

Auffällig ist es, dass die Gallertzellen, welche in dem Gebiete der äußeren Sinnesgrube und der oberen Theile der Ephyralappen unter dem Epithel liegen, in der Mehrzahl eine längliche, vielfach verzweigte Gestalt haben; sie unterscheiden sich dadurch von den Gallertzellen der übrigen Theile, welche an konservirten Präparaten meist rundlich erscheinen. Freilich sind die verästelten Gallertzellen nicht auf diese

Stelle beschränkt, man findet sie auch sonst, doch nirgends in solcher Anzahl wie hier. Sie bilden häufig Ansammlungen, und ihre Fortsätze scheinen dann Verbindungen unter einander einzugehen. Es liegt zunächst nahe, dieses reichliche Vorkommen mit der zweifellos nervösen Natur der Sinnesgrube in Verbindung zu bringen und in den verästelten Zellen Nervenzellen sehen zu wollen. Doch sprechen dagegen eine Anzahl schwerwiegender Gründe. Die Gestalt der Zellen ist ziemlich wechselnd; meist sind sie langgestreckt; doch kommen auch kürzere vor; die Kontouren des Zellleibes sind nicht glatt, sondern bisweilen blasig aufgetrieben. Das Plasma ist ziemlich grob granulirt, und zeigt nicht den fibrillären Bau, wie bei anderen, zweifellosen Nervenzellen der Medusen; der Kern ist ziemlich klein und liegt meist am einen Ende der langgestreckten Zelle. Wechselnd ist auch die Vertheilung; man findet die Zellen oft in einem Präparate zahlreich an Stellen, wo sie in einem anderen nur in geringer Anzahl liegen. EIMER, der in diesen Zellen Nervenzellen erblickt, verkannte durchaus nicht, dass sie die größte Ähnlichkeit mit Bindegewebszellen haben; doch fand er in der unveränderlich sternförmigen Gestalt derselben einen Unterschied den amöboid beweglichen Bindegewebszellen gegenüber. Er sieht in ihnen werdende Nervenzellen, die sich eben erst aus indifferenten Zellen herausbilden. Diese Auffassung bietet ihm auch den Schlüssel für das Fehlen dieser Zellen in der Gallerte von Cyanea capillata; bei dieser ist also das Nervensystem ganz auf das Ektoderm beschränkt und noch nicht in die Gallerte eingetreten. Schließt man sich dieser Ansicht nicht an, so wird es allerdings durch das Fehlen von Gallertzellen bei manchen Medusen unwahrscheinlich, dass wir es in diesen Zellen mit wirklichen Nervenzellen zu thun haben. Man müsste sonst annehmen, dass zwischen so nahe verwandten Formen tiefgehende Unterschiede im Aufbau des Nervensystems vorhanden seien. Nur durchaus zwingende Gründe können aber zu einer solchen Annahme nöthigen.

Solche Gründe hatte offenbar EIMER für seine Annahme, dass die verästelten Zellen der Gallerte Nervenzellen seien und eine Anhäufung derselben das Centralorgan darstelle. Denn nur so erklärte sich ihm die wunderbar enge Verknüpfung der einzelnen Abschnitte des Schirmes unter einander, die ihm seine physiologischen Versuche zeigten. Andererseits fand er hierin eine annehmbare Erklärung dafür, dass eine Qualle, welche durch Ausschneiden aller Randkörper mit Umgebung (kontraktile Zonen) bewegungslos geworden ist, nach einer gewissen Zeit ihre Zusammenziehungen wieder aufnimmt (»Erholung«) und für kürzere oder längere Dauer fortsetzt; er führte diese Erscheinung zurück auf eine Bildung von Ersatzcentren in der Gallerte. Der erste Grund EIMER's fällt für uns fort, da, wie im II. und III. Abschnitt dargelegt werden wird, ein ausgedehntes System peripherer Nerven vorhanden ist, welches diesen Zusammenhang hinreichend erklärt. Die ziemlich hohe Ausbildung dieses Nervensystems und seine Geschlossenheit machen

ein weiteres Nervensystem nicht nöthig. Auch ist ja nach unseren Untersuchungen ein Nervensystem in der inneren Sinnesgrube und am Randkörperansatz vorhanden, welches allen Anforderungen entspricht und eben so gebaut ist wie die centralen Theile der Craspedoten, wie sie EIMER selbst und Gebrüder HERTWIG beschrieben haben. — Wie freilich die Erholungserscheinungen zu erklären sind, ist zweifelhaft; zur Klarstellung dieser Frage sind erneute Versuche nothwendig. Immerhin muss man im Auge behalten, dass erneute Untersuchungen erweisen können, dass die aus der äußeren Sinnesgrube in die Gallerte eintretenden Nervenfasern sich mit Gallertzellen verbinden und somit sichere Nervenzellen in der Gallerte vorhanden sind. — v. LENDENFELD (17) hat zwar eine »unüberwindliche Abneigung« gegen die Annahme von Ganglienzellen im Mesoderm der Medusen; trotzdem betrachtet er bei den australischen Rhizostomeen einen in der Gallerte zwischen dem Boden der Sinnesgrube und dem Entoderm des Randkörpers gelegenen Haufen verästelter Zellen als »nervöses Centralorgan des ganzen um den Randkörper gruppirten Apparates«. Diese Zellen sind wohl den von EIMER als Nervenzellen gedeuteten gleich zu setzen, wenn auch v. LENDENFELD selbst sich dagegen verwahrt. v. LENDENFELD's Grund dafür, diese Zellen als nervös zu betrachten, ist offenbar der, dass ihm sonst eine Verbindung zwischen äußerer Sinnesgrube und Randkörper fehlt. Dieser fällt für uns fort, da ja von SCHÄFER bei Aurelia, von mir bei Rhizostoma eine genügende Verbindung nachgewiesen ist. Auch hier eine auffällige Abweichung der australischen Rhizostomeen von ihren europäischen Verwandten!

Die äußere Sinnesgrube kommt nicht allen Medusen zu. Sie wurde nachgewiesen für Aurelia aurita (EIMER, CLAUS, SCHÄFER), Chrysaora hyososcella (CLAUS), Cyanea Annaskala (v. LENDENFELD), Rhizostoma Cuvieri (CLAUS, EIMER), Pseudorhiza aurosa, Phyllorhiza punctata, Crambessa mosaica (v. LENDENFELD), Crambessa Tagi (GRENACHER und NOLL). Bei Cyanea capillata fand EIMER eine schmale Furche als Homologon der »Riechgrube«. Bei Pelagia noctiluca und Cotylorhiza tuberculata finden sich an den entsprechenden Stellen seichte Vertiefungen, die von EIMER als Riechgruben gedeutet wurden; ich konnte jedoch hier kein Sinnesepithel nachweisen. Bei Aurelia vermochte CLAUS am lebenden Objekt keine Faltenbildung in der Sinnesgrube zu sehen; bei Rhizostoma ist eine solche normalerweise vorhanden, wie mir die Betrachtung des lebenden Thieres und auch die Schnitte beweisen, die keine Spur künstlicher Veränderungen zeigen.

II. Das peripherische Nervensystem.

Das peripherische Nervensystem von Rhizostoma breitet sich auf der Subumbrellarseite aus. Es besteht in einem ausgedehnten Geflecht von Nervenfasern, welche Ausläufer bipolarer Ganglienzellen sind. Die Fasern zeigen eine bestimmte Anordnung, oder sagen wir eine Bevorzugung bestimmter Straßen, und stehen zu den inneren Sinnesgruben mit ihren Nervencentren in einer gewissen Beziehung.

Bis jetzt sind nur wenige Angaben über ein solches peripherisches Nervensystem in der Subumbrella vorhanden. CLAUS (1) fand bei Chrysaora hyososcella »im Verlaufe der Ringsmuskeln des Schirmes bipolare oder multipolare Ganglien-

zellen mit sehr langgezogenen Ausläufern in großer Zahl, besonders leicht an den 16 schmalen Feldern, durch welche die weiten Magentaschen von einander abgegrenzt werden, der Beobachtung zugänglich«. Er giebt jedoch keine nähere Schilderung und keine Abbildungen. — EIMER (8, p. 190) fand bei dem Versuch, die Neuromuskelzellen der Subumbrella zu isoliren, zweifellose Nervenfädchen, bisweilen mit einer spindelförmigen Nervenzelle; er vergleicht sie mit denen, die er bei Cycloneuren (Lizzia) zwischen dem Muskelfaden und der Deckzelle liegend angetroffen hat. Doch konnte er keine Verbindung, weder mit den Muskeln noch mit den Deckzellen, nachweisen. — SCHÄFER (20) beschreibt genau einen subumbrellaren Nervenplexus bei Aurelia aurita; derselbe besteht aus Nervenfasern mit meist bipolaren spindelförmigen Ganglienzellen. Die Vertheilung der Fasern ist keine gleichmäßige: an manchen Theilen bilden sie wundervoll verwickelte Geflechte, an anderen kreuzen nur wenige das Gesichtsfeld. In der Nähe der Randkörper sind sie nicht angehäuft, doch konvergiren die dort liegenden Fasern nach dem Randkörper zu. Eine Verbindung der Fasern mit diesem oder mit dem benachbarten Nervenepithel konnte SCHÄFER nicht auffinden. Die Fasern sind selten verzweigt. Sie stehen in keiner anatomischen Verbindung, sondern nur in physiologischer. Eine Zelle mit ihren Fasern ist nie über eine Ausdehnung von mehr als 4 mm zu verfolgen. SCHÄFER giebt zahlreiche Abbildungen der Nervenfasern. — v. LENDENFELD (16) schildert bei Cyanea Annaskala an der Subumbrellarseite »ein Bündel strahlenartig vom Randkörper in centripetaler Richtung abgehender Nerven«, welche sich verästeln, unter einander verbinden und schmäler werdend bis in die Nähe des Ringmuskels gehen. Die dünneren Fibrillenbündel älterer Medusen entstehen durch Theilung der dickeren Bündel, wie man sie bei jüngeren Medusen findet. Die »den Fasern anliegenden Ganglienzellen« finden sich sowohl an Verzweigungsstellen wie an anderen Orten. Die Fibrillenbündel sammt ihren Ganglienzellen liegen bei jungen Thieren in der epithelialen, bei ausgebildeten in der subepithelialen Schicht der Epidermis. Nach besonderer Angabe des Autors ist dieser Nervenplexus nicht identisch mit den von SCHÄFER in der Nähe des Randkörpers beobachteten konvergirenden Fasern. In der subepithelialen Schicht der Epidermis findet v. LENDENFELD sternförmige motorische Ganglienzellen.

Bei der Untersuchung frisch ausgeschnittener Stücke des Mantelrandes von der Subumbrellarseite her fielen mir eine Strecke weit über dem Eingange zur Randkörpernische zahlreiche, dicht neben einander hinziehende helle Linien im Epithel auf; sie lagen über dem zum Randkörper führenden Radiärgefäßkanal und waren offenbar Fasern aus einer anders lichtbrechenden Substanz. Die überwiegende Anzahl derselben lief den Radiärgefäßen parallel, mit geringen Schlängelungen und Abweichungen von der Richtung, wodurch die Fasern sich öfters unter sehr spitzem Winkel kreuzen. Verfolgte ich die Fasern weiter, so sah ich zuweilen eine davon spindelförmig angeschwollen, und bei stärkerer Vergrößerung fand ich in dieser Anschwellung einen hellen Kern mit einem oder zwei Kernkörperchen; durch Essigsäurezusatz wurde dieser Kern deutlicher. Die stärkere Vergrößerung zeigte mir auch an den Fasern eine deutliche Längsstreifung, die auf einen fibrillären Bau, auf eine Zusammensetzung aus feinsten Fäserchen schließen

lässt. Diese fibrilläre Zusammensetzung des Faserinhalts fand sich auch in den spindelförmigen, kernhaltigen Anschwellungen (Fig. 25).

Wenn die Gewebsstücke eine Zeit lang liegen, so treten Veränderungen an den Fasern auf. Die Kontouren derselben, die bisher parallel liefen, wölben sich stellenweise nach beiden Seiten vor: es bilden sich zuerst spärliche, dann häufigere Auftreibungen, Varicositäten. Solch eine Auftreibung zeigt sich bei stärkerer Vergrößerung in der Mitte von einem Fibrillenbündel in der Fortsetzung der Faser durchzogen (Fig. 26): zu den Seiten dieses Bündels hat sich eine helle Flüssigkeit angesammelt, welche die Auftreibung veranlasst hat. Man kann hieraus auf eine feine Membran schließen, welche das Fibrillenbündel umhüllt hat und nun durch jene Flüssigkeitsansammlung davon abgedrängt ist. Gehen die Veränderungen noch weiter, so treten in der Nachbarschaft der Varicositäten Verdünnungen auf, die sogar zu Zerreißungen führen können.

Diese Erscheinungen: die starke Lichtbrechung, die fibrilläre Streifung, die Zartheit des Baues, wie sie sich im Auftreten der Varicositäten bekundet, weisen darauf hin, dass wir es hier mit nervösen Elementen zu thun haben.

Ich habe den Versuch gemacht, noch weitere Anhaltspunkte für diese Annahme zu bekommen. Jedoch waren die Ergebnisse meist ungünstige. Bei Behandlung mit flüssiger Osmiumsäure schwärzten sich die Fasern nicht, blieben im Gegentheil heller als das umgebende Gewebe; durch Osmiumdämpfe konnte ich jedoch eine geringe Schwärzung bekommen. Bei Färbung des überlebenden Gewebes mit Methylenblau blieben die Fasern ungefärbt; eben so wenig hatte ich Erfolg bei Anwendung der Chromsilber- und Goldmethode. Jedoch spricht das Versagen dieser Mittel durchaus nicht gegen die nervöse Natur der Fasern.

Entscheidend jedoch für die Auffassung dieser Fasern als Nerven war die Art und Weise ihrer Vertheilung, die ich im Folgenden schildern werde, ferner ihre eigenthümliche Lage innerhalb des Epithels, die weder für Muskel- noch für Bindegewebselemente erklärbar gewesen wäre, und endlich ihr Zusammenhang mit der Nervenfilzschicht der inneren Sinnesgrube, welchen ich auf Schnitten nachweisen konnte. An frischen Präparaten gelang es mir nicht, die Fasern bis an den Eingang der Randkörpernische genau zu verfolgen, da das hohe Epithel der beiden Sinnesgruben gerade hier das Präparat undurchsichtig macht. Jedoch wäre der Schluss, dass die Nervenfasern in die Randkörpernische eintreten, schon dadurch gestützt, dass keine Fasern über dieses Gebiet hinaus, etwa in die Ephyralappen sich fortsetzen, welche man als Verlängerung der weiter oben unsichtbar gewordenen betrachten könnte.

Wir finden also in der Subumbrella von Rhizostoma bipolare Ner-

venzellen in großer Anzahl. Bei der Verfolgung der Fasern, die zu diesen Zellen gehören, fand ich im ganzen Verlaufe derselben nie mehr als eine Anschwellung mit einem Kerne: also jede Faser gehört einer einzigen Zelle an. Ich konnte die Fasern oft recht weit verfolgen, und wenn mir dies an einer Stelle nicht mehr gelang, so war das stets die Folge der engen Verflechtung der Fasern, welche die einzelnen undeutlich machte, nie weil ich an ein natürliches Ende einer Faser gekommen wäre; immerhin konnte ich Fasern 6 mm weit gut verfolgen — während SCHÄFER für die Fasern bei Aurelia aurita 4 mm als höchste Länge angiebt. Wir haben es also mit Nervenzellen zu thun, die in zwei Fortsätze sehr lang ausgezogen sind. Der Zellkörper hebt sich gegen die Faser nur wenig ab (Fig. 25); bei einer Faserdicke von 7,2 μ misst er nur 18 μ in der Dicke (etwa dasselbe Maß giebt SCHÄFER bei Aurelia an); das feine Häutchen, welches die Fibrillenbündel umschließt und an den Varicositäten abgehoben wird, ist nichts als eine Zellmembran, die helle Substanz in den Varicositäten ist interfibrilläres Plasma.

Wenn man in der Richtung des Radiärkanals senkrechte Schnitte durch die Schirmwand legt, so trifft man die Nervenfasern im Längsschnitt. Sie liegen innerhalb des Epithels, zwischen dessen Zellen. Wir fügen also hier zunächst eine Schilderung des Subumbrellaepithels ein (Fig. 23 *a* und *b*). Dasselbe besteht in der Hauptsache aus zwei Arten von Zellen: Stützzellen (*stz*) und Muskelzellen (*mz*). Die Stützzellen sind unveränderte Epithelzellen; sie haben einen cylindrischen Körper, der sich nach unten (basalwärts) verschmälert; der ovale Kern liegt an der Grenze des oberen Drittels; ihr Plasma ist stark granulirt, ihr Kern reich an Chromatin. Die Muskelzellen dagegen haben etwa die umgekehrte Form wie die Stützzellen; sie kehren ihr stark verdünntes Ende nach oben und liegen mit diesem zwischen den Stützzellen. Ihr Plasma ist durchsichtig und wenig färbbar, ihr runder Kern ist wenig chromatinreich, zeigt ein deutliches Kernkörperchen, und liegt nahe ihrer Basis. An ihrem unteren Ende tragen sie quergestreifte Muskelfasern; diese sind flachgedrückte Bänder, die mit ihrer schmalen Seite der Zelle ansitzen und bei radiären Schnitten durch den Medusenschirm quergeschnitten werden; in ihrer Längserstreckung reichen diese Muskelbänder über eine Zelle nach beiden Seiten hinaus und verlaufen unter den benachbarten Zellen weiter, so dass nicht alle die vier oder fünf Muskelquerschnitte, welche man unter einer Zelle liegen sieht, organisch zu dieser Zelle gehören, sondern auch von Nachbarzellen stammen können; es ist anzunehmen, dass jeder Zelle nur ein Muskelband zukommt (EIMER). Die basalen Enden der Stützzellen reichen zwischen den Muskelbändern hin-

durch bis auf die Gallerte, wie man überall deutlich sieht (Fig. 23 *a* und *b*); die Muskelbänder liegen also innerhalb des Epithels, eben so wie wir das früher für den Nervenfilz festgestellt haben.

Wir haben also in dem Subumbrellaepithel zwei über einander liegende Reihen von Kernen; die Kerne der oberen Reihe sind dunkel, eiförmig und gehören den Stützzellen an, die der unteren Reihe sind hell, rund und gehören zu den Muskelzellen. Zwischen den beiden Kernreihen sieht man die Nervenfasern zwischen den Zellen hindurch im Epithel entlang laufen. Eben so treffen wir auf Schnitten die verdickten kernhaltigen Stellen der Fasern: die Zellkörper der diaxonen Ganglienzellen. Die Höhe dieser Zellkörper scheint etwas bedeutender zu sein als ihre Breite, sie sind also seitlich etwas plattgedrückt, was mit ihrer Lage zwischen den Zellen des Epithels zusammenhängen wird. Bisweilen trifft man Zellen von besonderer Gestaltung; diese tragen nach der Epitheloberfläche zu gleichsam einen Höcker, einen ausgezogenen Theil, der weit zwischen die Epithelzellen hereinragt; der Kern liegt dann innerhalb dieses Höckers. Diese Ganglienzellen machen den Eindruck, als seien sie nur in die Tiefe gerückte Epithelzellen, und ich gehe wohl nicht fehl, wenn ich solche Zellformen als Zeugnis dafür auffasse, dass diese Ganglienzellen der Subumbrella von Epithelzellen abstammen. Eine so vollständige Reihe von Zwischengliedern von der epithelialen Sinneszelle zur Ganglienzelle, wie sie O. und R. Hertwig und Eimer für die Craspedoten aufgestellt haben, kann ich freilich nicht vorführen. Aber das Vorkommen solcher Übergänge bei den Craspedoten unterstützt meine Vermuthung.

Am Rande der Randkörpernische hört das Muskelepithel der Subumbrella auf und es findet sich am Eingange zunächst ein einfaches Cylinderepithel, welches weiterhin in das Nervenepithel der inneren Sinnesgrube übergeht. In dieses Cylinderepithel hinein kann man die Nervenfasern verfolgen (Fig. 24). Sie verlaufen unterhalb der Kerne dieses Epithels, nahe der Basis zwischen den Zellen durch. Da sich die Nervenfasern an diesem engen Eingang etwas zusammendrängen, so sieht man öfters mehrere Fasern über einander verlaufen. Man kann sie dann so weit verfolgen, bis sie sich im Nervenfilz der inneren Sinnesgrube verlieren. Die Nervenfasern sind hier sehr dünn, und heben sich in Folge dessen nicht mehr so deutlich ab; man kann sie nur an günstigen Präparaten weit verfolgen.

Da das über dem Radiärgefäß liegende lockere Bündel von Nervenfasern breiter ist als der ovale Eingang der Randkörpernische, so

können nicht alle Fasern am oberen Theile des letzteren eintreten, sie müssten sich denn außerordentlich drängen; vielmehr verlaufen die seitlich gelegenen Fasern noch ein Stückchen weiter, biegen dann um und treten von der Seite her in die Randkörpernische ein. Wie schon oben ausgeführt, waren gerade über dem Eingang zur Randkörpernische die Nervenfasern an Totalpräparaten nicht zu erkennen; doch konnte ich mich auf Querschnitten von diesen Verhältnissen überzeugen.

SCHÄFER (20) bildet in Fig. 9 einen Schnitt durch das Subumbrellaepithel mit einer Ganglienzelle ab; jedoch deutet er die Muskelzellen des Epithels nur an; im Übrigen stimmt seine Abbildung etwa mit meiner Fig. 23 *a*. v. LENDENFELD (16) hat bei Cyanea Annaskala gerade da, und nur da, wo ich bei Rhizostoma nichts sehen konnte, Nervenfasern gefunden, welche vom Eingang der Randkörpernische radiär ausstrahlen und im Allgemeinen einen ähnlichen Eindruck machen, wie die von mir beschriebenen, aber durch das Vorhandensein von Verästelungen und Anastomosen von ihnen abweichen; sie sollen am unteren Ende des Ringnerven aufhören. Ferner giebt er an, dass bei Cyanea Annaskala im ausgewachsenen Thiere die Ganglienzellen im Subepithel liegen, oder, wie er ja in Fig. 51 zeichnet, unter dem Epithel; ich finde bei Rhizostoma nichts Ähnliches, trotzdem mir lauter ausgewachsene Exemplare zur Untersuchung dienten.

Bei Cotylorhiza liegen die Verhältnisse des Subumbrellaepithels etwas anders, da die Muskellage hier in Falten gelegt ist, eben so wie das v. LENDENFELD (17) von Crambessa mosaica angiebt. Diese Faltung der Muskellage kommt dadurch zu Stande, dass das Epithel an den verschiedenen Stellen verschieden hoch ist (Fig. 27): nur die Basis des Epithels macht die Faltung mit; die Muskelzellen reichen in der Tiefe der Falten entsprechend weiter herunter, als auf den Erhebungen, die Basaltheile der Stützzellen verlängern sich ebenfalls; jedoch bleibt die Oberfläche des Epithels vollkommen eben. Die Falten sind also nach der Oberfläche zu bei Cotylorhiza mit Epithelzellen ausgefüllt, nicht wie bei Crambessa mit dünner Gallerte, die sich zwischen Muskeln und Epithel einschiebt (v. LENDENFELD 16); wir haben bei Cotylorhiza eben so Epithelmuskeln wie bei Rhizostoma; die australische Art weicht auch hierin ab (!). Die Ganglienzellen mit ihren Nervenfortsätzen verlaufen aber hier genau wie bei Rhizostoma parallel der Oberfläche (Fig. 27), unter der Kernlage der Stützzellen; bei Crambessa liegen sie ja der Muskellamelle auf und werden durch die Gallertschicht vom Epithel getrennt. Auch bei Cotylorhiza konnte ich die Nervenfasern bis zur Nervenfilzschicht der Sinnesgrube verfolgen; ihren Verlauf innerhalb des Cylinderepithels zeigt Fig. 28.

Diese Nervenfasern nun zeigen auf der Subumbrella eine ganz bestimmte Anordnung, die ich in dem Schema Fig. 22 darzustellen versucht habe. Von der Anhäufung von Fasern, die sich über den

radialen und interradialen Gefäßen finden, haben wir oben schon gesprochen. Die Richtung der Fasern ist meist annähernd parallel dem Verlaufe jener Gefäße; doch bilden sie durchaus kein geschlossenes Bündel, sondern sie sind durch Zwischenräume von einander getrennt, etwa wie die Radspuren auf einer vielbefahrenen Straße. Ich werde für dieses von der Umgebung deutlich abgrenzbare Nebeneinander von Nervenfasern den Namen »Nervenstraße« gebrauchen[1]. Die Breite der radiären Nervenstraße übertrifft ein wenig die des Radiärgefäßes; man sieht beiderseits von diesem noch eine Anzahl von Nervenfasern in radiärer Richtung verlaufen. Je nach der Größe der Quallen wechselt die Breite dieser Nervenstraße von 1,7 bis 2,3 mm. Da ich auf eine Breite von 850 μ im Durchschnitt 50 Fasern zählte, so wird die Nervenstraße über 100 parallel verlaufende Fasern enthalten. Auf Fig. 20 habe ich einen Theil der radiären Nervenstraße gezeichnet.

Wenn man eine radiäre Nervenstraße nach der Mitte des Schirmes zu weiter verfolgt, so sieht man von der Stelle an, wo sie das Ringgefäß (Fig. 22 *rgf*) kreuzt, zahlreiche Fasern nach rechts und links in sanftem Bogen umbiegen und rechtwinklig zu dem bisherigen Verlauf weiter gehen. Sie folgen dabei der Richtung einer anderen Nervenstraße, welche parallel dem Ringgefäß nach innen von dessen äußerem Rande verläuft, und die wir als »Ringnervenstraße« oder kurz als »Ringstraße« bezeichnen wollen (Fig. 22 *nr*). Die Fasern dieser Ringstraße liegen in ähnlicher Weise neben einander wie diejenigen der radiären Nervenstraßen; sie drängen sich am peripheren Rande derselben am dichtesten zusammen; proximalwärts sind sie immer weiter von einander getrennt, die Zwischenräume werden immer größer. Die Ringstraße geht in ihrer Breite etwas weiter, als in den Adradien die Gefäßnetze sich nach dem Mundstiel zu erstrecken; doch lässt sich eine feste Grenze nach innen nicht angeben. Über die innere Grenze der Ringstraße sah ich keine Faser der radialen Nervenstraße hinausgehen: sie biegen alle um und ziehen in cirkulärer Richtung weiter.

Durch die acht Radiärstraßen und die Ringstraße werden auf dem peripheren Theil der Subumbrella acht Felder abgetheilt. Sie sind auch äußerlich geschieden und mit bloßem Auge daran zu erkennen, dass auf diesen Feldern das Epithel parallel dem Schirmrande leicht gefaltet ist, während in dem Gebiete der radiären Nervenstraßen diese Falten fehlen; die Falten dienen offenbar zur Vergrößerung der mit Muskeln besetzten Oberfläche. Diese Felder werde ich im Folgenden als »Muskelfelder« bezeichnen, ein Name, der sich durch seine Bequem-

[1] Schon EIMER hat betont, dass den Zoophyten aus strangartigen »Bündeln von Nervenfasern bestehende Nerven« fehlen.

lichkeit empfiehlt, wenn er auch immer mit der Einschränkung gebraucht werden muss, dass der Muskelbelag in den Radiärstraßen nicht unterbrochen wird, sondern auch unter diesen hinläuft.

Von den Radiärstraßen und der Ringstraße treten in diese Muskelfelder Nervenfasern ein, indem sie im Bogen von der früheren Richtung abweichen und sich aus den Straßen herausbiegen. In den Radiärstraßen geschieht dies auf zwei verschiedene Weisen: ein Theil der austretenden Fasern kommt nämlich vom Randkörper her, ein anderer vom Ringnerven; die ersteren bilden mit dem Radius einen proximalwärts offenen spitzen Winkel, die anderen einen solchen, der sich nach der Peripherie zu öffnet. Die Nervenfasern werden nach ihrem Austritt bald dünner und sind weithin verfolgbar; es ist also das ganze Muskelfeld von einem weitmaschigen Geflechte feiner, meist nicht über 1 μ dicker Nervenfasern überzogen, die man als Fortsetzungen der in den radiären Nervenstraßen und dem Nervenring verlaufenden Fasern anzusehen hat. Die Figuren 21 *a* und *b* stellen Theile dieser Nervengeflechte dar. Eine Endigung von Nervenfasern konnte ich hier nicht finden, obwohl man solche sicher erwarten muss; doch hindern öfters die Falten des Epithels an der vollständigen Verfolgung einer Nervenfaser. Die Nervenfasern verlaufen offenbar in der gleichen Weise zwischen den basalen Theilen des Epithels, wie wir das in den Nervenstraßen gefunden haben; wahrscheinlich geben sie dabei feinste Ästchen an die Epithelmuskelzellen ab. Dass jede Epithelmuskelzelle ein solches Nervenästchen bekommt, ist bei der Weite der Maschen des Nervengeflechtes nicht anzunehmen; ich denke mir, dass durch die Zusammenziehung eines Muskels die nebenliegenden ebenfalls zur Zusammenziehung gereizt werden. Nervenzellen sind mir in den Muskelfeldern nicht aufgestoßen; doch muss ich hinzufügen, dass ich nicht besonders danach gesucht habe.

Häufig sieht man Nervenfasern, welche die radiären Nervenstraßen unter einem rechten oder spitzen Winkel kreuzen (Fig. 20), also aus einem Muskelfelde in ein anderes übergehen. Es ist aus der angeführten Figur leicht ersichtlich, dass die Dicke dieser Fasern unter der durchschnittlichen Faserdicke in den Nervenstraßen liegt.

Welches ist nun der Zusammenhang der einzelnen Fasern, die in diesen verschiedenen Nervenstraßen und -Geflechten verlaufen? Ich kann dabei die sehr wahrscheinliche Voraussetzung machen, dass jede solche Nervenfaser ein Fortsatz einer bipolaren Ganglienzelle ist, wie wir sie in den radiären Nervenstraßen gefunden haben. Nach der einen Seite hin senden diese Ganglienzellen — wohl alle, sicher der größte Theil — ihre Fortsätze zu dem in der ent-

sprechenden inneren Sinnesgrube und der Randkörperbasis gelegenen Nervencentrum. Die Fortsätze der Ganglienzellen nach der anderen Seite treten entweder aus der Nervenstraße heraus in die Muskelfelder, oder sie biegen am Ende der radiären Straße in die Ringnervenstraße um. Aus dieser kann nun eine solche Faser wiederum in ein Muskelfeld eintreten, vielleicht nachdem sie ein beträchtliches Stück in ihr verlaufen ist. Wie oben schon ausgeführt wurde, treten aber in die radiären Nervenstraßen auch Fasern von der Ringstraße aus ein. Man erkennt ihre Richtung, wenn sie aus der Nervenstraße in ein Muskelfeld umbiegen: sie bilden dann mit der Richtung derselben einen nach der Peripherie zu offenen spitzen Winkel.

Da man aus jeder der acht radiären Nervenstraßen zahlreiche Nervenfasern in die Ringstraße eintreten sieht, so ist man zu der Folgerung berechtigt, dass die überwiegende Anzahl, ja vielleicht alle Fasern derselben aus den Radiärstraßen stammen und somit mit einem der Nervencentren in den inneren Sinnesgruben im Zusammenhang stehen. Dasselbe können wir dann für die Nervenfasern annehmen, welche von der Ringstraße aus in die Muskelfelder treten, auch wenn sie zuvor noch in eine radiäre Nervenstraße einbiegen. Auch für die Nervenfasern, die aus den Radiärstraßen, von der Peripherie kommend, in die Muskelfelder austreten, müssen wir einen Zusammenhang mit dem zugehörigen Nervencentrum annehmen. Also stehen wahrscheinlich alle auf den Muskelfeldern sich ausbreitenden Nerven mit einem der acht Nervencentren in Verbindung.

Man kann häufig die Beobachtung machen, dass eine aus der Ringnervenstraße in ein Muskelfeld eintretende Faser, wenn man sie rückwärts verfolgt, in keine der beiden Radiärnervenstraßen einbiegt, welche das Muskelfeld seitlich begrenzen; sie stammt also wahrscheinlich aus einer entfernteren Radiärstraße und somit von einem weiter ab gelegenen Nervencentrum. Also stehen, wenn wir die Betrachtung umkehren, mit einem Nervencentrum nicht nur die beiden benachbarten Muskelfelder, sondern auch ferner gelegene durch Nervenfasern in Verbindung.

Dass es vereinzelte Nervenzellen giebt, welche mit den Nervencentren in keiner unmittelbaren Verbindung stehen, muss ich aus folgender Beobachtung schließen. Ich traf eine Nervenfaser, welche sich deutlich unter spitzem Winkel in zwei Äste spaltete, die nach kurzem Verlaufe endigten; als ich das andere Ende der Faser weiter verfolgte, sah ich es durch die Nervenstraße durchtreten; in der Straße selbst fand ich die zugehörige bipolare Nervenzelle, deren nach der entgegengesetzten Seite abgehende Faser jenseits der Nerven-

straße bald endigte, diesmal ohne Spaltung. Der Verlauf dieser Zelle mit ihren Ausläufern war ein verhältnismäßig kurzer. Die drei Nervenenden dieser Zelle sind die einzigen, die ich gesehen habe; eben so habe ich nirgends sonst eine Spaltung einer Nervenfaser gefunden; es ist mir wichtig, dass ich bei der einzigen Nervenzelle, an der ich die Theilung eines Fortsatzes fand, die Sonderstellung so gut nachzuweisen vermochte. Diese Ganglienzelle mit ihren Fortsätzen mag die Übermittlung eines Reizes von einem Muskelfelde zum anderen besorgen.

Einem günstigen Zufall verdanke ich eine Beobachtung, welche darauf schließen lässt, dass auch ein Nervencentrum mit einem benachbarten durch eine Anzahl Fasern verbunden ist. Bei der Untersuchung einer Nervenstraße bemerkte ich nämlich, dass sich dieselbe eine Strecke (etwa 1,2 mm) vom Eingange in die Randkörpernische entfernt unter spitzem Winkel in zwei gesonderte, nach dem Rande zu verlaufende Nervenstraßen theilte. Leider war der eine Ast nicht bis an den Schirmrand zu beobachten, da sein Ende beim Zurechtschneiden des zur Untersuchung dienenden Stückes fortgeschnitten war und nicht wieder gefunden werden konnte; den anderen Ast vermochte ich wie gewöhnlich bis in die Gegend des Sinneskörpers zu verfolgen. Als ich darauf das Thier, von dem ich das vorliegende Stück genommen hatte, näher untersuchte, fand ich, dass ein Octant, und zwar der dem entnommenen Stück benachbarte, den Randkörper vermissen ließ, und dass an ihm auch der betreffende Radiärkanal nicht wie sonst ausgebildet war, sondern sehr bald seine Selbständigkeit aufgab und sich in dem Netz der übrigen Kanäle verlor. Daraus schloss ich, dass ich es hier wohl mit einer Hemmungsbildung zu thun hatte: dass nämlich zwischen zwei Lappenpaaren der Ephyra in der Weiterentwicklung die Lappenbildung unterdrückt sei, so dass dieselben mit ihren Randkörpern in benachbarter Lage geblieben waren; ich glaube also annehmen zu müssen, dass an den beiden Enden jener gespaltenen Nervenstraße ein Randkörper lag.

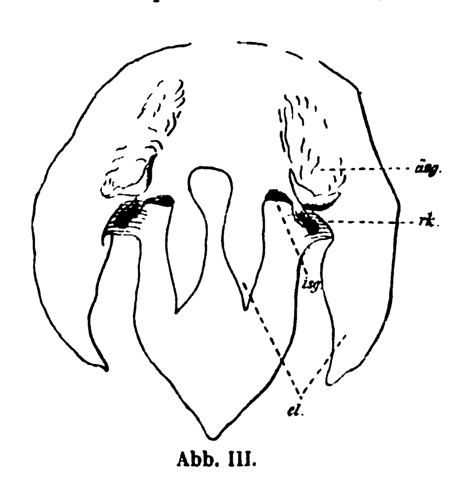


Abb. III.

Diese Annahme zweier so nahe beisammen gelegener Randkörper kann ich stützen durch die wirkliche Beobachtung eines solchen Falles, die aber in eine Zeit

fiel, bevor ich den subumbrellaren Nervenplexus gefunden hatte; ich hatte daher die nähere Untersuchung der hierauf bezüglichen Fragen versäumt. Die beiden Randkörper, welche die vorstehende Abbildung (Abb. III) zeigt, waren nur durch einen äußeren Randlappen getrennt; jeder hatte jedoch seine zwei Ephyralappen (wobei die einander zugekehrten Ephyralappen schwächer ausgebildet waren), seine äußere und seine innere Sinnesgrube; dagegen war das Polster, auf dem die äußeren Sinnesgruben liegen, gemeinsam; die Randkörper selbst waren etwas von einander fort gebogen, so dass ihre Längsachsen beträchtlich aus einander liefen; hierzu stimmt es, dass bei dem oben besprochenen unvollständigen Präparate der Randkörp·r etwas nach der einen Seite hinübergedrängt erschien, und zwar nach derjenigen, welche dem abgeschnittenen Ast der Nervenstraße entgegengesetzt war. Ich glaube daher mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit die eine Beobachtung durch die andere ergänzen zu können, dahin, dass ich bei dem oben besprochenen Präparate auch am Ende des abgeschnittenen Nervenstraßenastes einen Randkörper vermuthe.

An dieser Spaltung der Nervenstraßen — und das ist das Wichtige — sah ich eine ganze Anzahl von Nervenfasern, wohl zehn oder mehr, aus dem einen Aste bogig in den anderen umbiegen und bis an dessen Ende weiter verlaufen. Diese Fasern würden also nach unserer Annahme eine Verbindung zwischen zwei Randkörpern bilden. Wie in diesem unnormalen Fall dürften auch normalerweise die Randkörper unter einander verbunden sein durch Nervenfasern, die aber ihren Weg durch die betreffenden radiären Nervenstraßen und das zwischen diesen liegende Stück der Ringnervenstraße nehmen würden. Ob eine solche Verbindung nur zwischen benachbarten oder auch zwischen entfernter gelegenen Randkörpern statt hat, dafür fehlt mir jeder Anhalt.

Ich bin mir wohl bewusst, wie viel Hypothetisches dieser Schlussreihe anhaftet, vor Allem desshalb, weil unglücklicherweise die zu Grunde liegenden Beobachtungen unvollständige sind und durch einander ergänzt werden müssen. Doch konnte ich bei der Wichtigkeit der Sache diese Auseinandersetzung nicht unterdrücken. Vielleicht gelingt es, nachdem einmal darauf hingewiesen ist, Anderen, vielleicht auch mir selbst, durch wiederholte Beobachtungen die Frage klar zu stellen.

Aus dem Vorstehenden geht hervor, dass jedes der in den inneren Sinnesgruben und den Randkörperansätzen gelegenen Nervencentren durch Nervenfasern (bipolare Ganglienzellen mit ihren Ausläufern) in Verbindung steht:

1) mit den beiden benachbarten Muskelfeldern, durch Nervenfasern, die im Verlaufe der Radiärnervenstraße (und vielleicht der anliegenden Theile der Ringnervenstraße) abgehen;

2) mit entfernteren Muskelfeldern, durch Nervenfasern, die in die Ringnervenstraße umbiegen und in ihr weiter verlaufen, um dann ent-

weder aus dieser selbst, oder aus einer radiären Nervenstraße, in die sie einbiegen, in die Muskelfelder einzutreten;

3) mit anderen Nervencentren.

Durch Beobachtung der Nervenanlagen an älteren Ephyren wird sich vielleicht eine einfache Erklärung für die örtliche Anordnung des peripherischen Nervensystems bei Rhizostoma ergeben; ich konnte leider solche Beobachtungen nicht machen.

Bei Cotylorhiza kann ich nur wenig über das peripherische Nervensystem mittheilen; ich habe auf radialen Schnitten durch den Sinneskörper und die angrenzenden Schirmrandtheile stets in der Schnittrichtung verlaufende subumbrellare Nerven mit ihren Ganglienzellen gefunden, wie ich sie oben geschildert und auf Fig. 27 abgebildet habe. Die Stückuntersuchung ist bei konservirtem Material in unserem Falle nicht zuverlässig genug, um bestimmte Behauptungen darauf zu gründen; jedenfalls aber habe ich auch bei dieser Untersuchung zahlreiche radiär verlaufende Nervenfasern über dem Radiärgefäß gesehen. Mit Sicherheit konnte ich jedoch an Schnitten verfolgen, wie die Nervenfasern in das Epithel des Daches der Randkörpernische eintreten und dort bis zum Nervenfilz der inneren Sinnesgrube verlaufen.

Bei Übereinstimmung in mancher Hinsicht weichen doch meine Ergebnisse über die Beschaffenheit der subumbrellaren Nervenfasern und deren Vertheilung bei Rhizostoma in einer Anzahl wichtiger Fragen von denen ab, die SCHÄFER (20) von Aurelia aurita ermittelte; es erscheint daher eine Nachuntersuchung von Aurelia in Bezug auf diese Verschiedenheiten sehr nothwendig; ich hoffe, dieselbe bald vornehmen zu können. Meine Abweichungen von v. LENDENFELD's (17) Darstellung sind, trotzdem uns nahe verwandte Thiere vorlagen, zu bedeutend, als dass unsere Ergebnisse in Einklang gebracht werden könnten.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass die Ringnervenstraße in keine Beziehung zu dem Nervenring der Craspedoten gesetzt werden kann; denn letzterer stellt ein Nervencentrum dar, jene aber gehört dem peripherischen Nervensystem an. Ich möchte mir die allgemeinen Betrachtungen über die Stellung des Acraspeden-Nervensystems zu dem der Craspedoten und der übrigen Cölenteraten einstweilen noch versparen, bis ich durch Untersuchung anderer Arten einen weiteren Überblick gewonnen habe. Das Eine möchte ich aber hier schon sagen: wenn mit dem Nervenring der Craspedoten etwas verglichen werden soll, so können es nur die inneren Sinnesgruben sein; sie bestehen ebenfalls aus Nervenepithel und haben im Nervenfilz Ganglienzellen, die aus dem engeren Epithelverbande ausgetreten sind. Wenn man sich den Nervenring der Craspedoten in acht Theile getrennt denkt, welche um die acht Enden der Radien und Interradien zusammengedrängt wären, so hätte man einen Zustand, der

dem von Rhizostoma entspräche. Auch darin wäre der Vergleich des Zusammengedrängtseins treffend, dass das Nervenepithel der inneren Sinnesgrube von Rhizostoma viel höher, die Nervenzellen dichter gedrängt, der Nervenfilz dicker ist, als in dem Nervenring der Craspedoten. Wir hätten somit bei Rhizostoma eine weit größere Koncentration des Nervensystems; an die Stelle des zwar einheitlichen, aber sehr zerstreuten Nervencentrums sind zwar acht, aber diese als in sich eng geschlossene Centren getreten. Nach den allgemeinen Auffassungen über Organisationshöhe muss das Rhizostoma-Nervensystem als höher organisirt gelten. Die Annahme von O. und R. Hertwig, dass das Nervensystem der Acraspeden niedriger stehe als das der Craspedoten, kann nicht für uns maßgebend sein, da diese Forscher bei den Acraspeden ja nur einen verhältnismäßig kleinen Theil des Nervensystems erkannt hatten.

v. Lenhossék hat in seiner Arbeit über die sensiblen Nervenfasern von Lumbricus (Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXIX) die sensiblen Zellen der Regenwurmepidermis mit den Ganglienzellen des Spinalganglions der Wirbelthiere verglichen. Wir können diesen interessanten Vergleich hier noch um einen Schritt weiter führen. Auf der niedrigsten Stufe der Entwicklung des Nervensystems, wie wir es bei den Quallen haben, liegen noch sowohl die sensiblen als die motorischen Nervenzellen außerhalb des Nervencentrums im Körperepithel. Auf der nächsten Stufe, welche durch die Verhältnisse beim Regenwurm dargestellt wird, sind die motorischen Nervenzellen in das Centralorgan eingetreten, während die sensiblen (zum größten Theile) noch in der Epidermis liegen und nur ihre Fortsätze in das Nervencentrum senden; bei den Wirbelthieren endlich sind auch die sensiblen Nervenzellen (mit Ausnahme der Zellen des Riechepithels) aus dem Epithel in die Tiefe getreten, und stehen jetzt mit ihren Fortsätzen einerseits mit dem Nervencentrum, andererseits mit der Körperoberfläche in Verbindung.

III. Erklärung der Eimer-Romanes'schen Versuche auf Grund der vorstehenden Befunde über das Nervensystem von Rhizostoma.

Wenn die Befunde über das Nervensystem von Rhizostoma, die ich in den bisherigen Auseinandersetzungen vorgetragen habe, nicht von vorn herein den Stempel der Unwahrscheinlichkeit tragen sollen, so muss durch sie eine Erklärung der Erscheinungen möglich sein, welche bei physiologischen Versuchen auf Rechnung des Nervensystems zu setzen sind. Hier liegen die vorzüglichen umfassenden Untersuchungen von Eimer und von Romanes vor. Romanes experimentirte nur mit Aurelia aurita, während Eimer auch andere Acraspeden zu Versuchen heranzog; vor Allem ist es mir wichtig, dass er Rhizostoma Cuvieri und Cotylorhiza tuberculata, auf die sich ja meine morphologischen Untersuchungen beschränken mussten, physiologisch untersuchte. Bei den noch unaufgeklärten Unterschieden zwischen Schäfer's Ergebnissen an

Aurelia und den meinigen an Rhizostoma könnte man mit Recht einwenden, dass eine Vergleichung der letzteren mit den physiologischen Verhältnissen von Aurelia nicht zulässig sei. Ich lege daher in der Hauptsache EIMER's Untersuchungen, so weit sie sich auf die beiden Rhizostomeen beziehen, den nachfolgenden Betrachtungen zu Grunde; diese Untersuchungen finden sich in EIMER's (8) zusammenfassendem Werke, auf das sich somit alle Hinweise im Folgenden beziehen.

Zunächst gehe ich auf die vier Grundversuche ein:

Der erste Versuch: Ein Randstückchen, das im Zusammenhang mit einem Randkörper ausgeschnitten wurde, kontrahirt sich auf das lebhafteste rhythmisch; der zweite Versuch: Durch Verkleinern des Stückchens und schließlich durch Herausschneiden des Randkörpers selbst lässt sich feststellen, dass die rhythmischen Kontraktionen ausgingen von der Gegend des Ansatzes des letzteren an den Schirmrand, genauer: von einer nur wenige Millimeter breiten Gewebszone, welche in ihrer Längenausdehnung die Umgrenzung des halbkreisförmigen, je ein Randkörperchen bergenden Abschnittes bildet (kontraktile Zone).

Die Erklärung dieser beiden Versuche ist schnell zu geben. Die erwähnten Erscheinungen beruhen darauf, dass mit dem Randkörper in den Stücken auch ein Nervencentrum vorhanden ist, welches die Randkörperbasis und einen Theil der inneren Sinnesgrube einnimmt; von dort gehen Nerven an die Muskeln der Subumbrella und regeln deren Zusammenziehungen. Selbst wenn der Randkörper völlig herausgeschnitten wird, bleibt das Nervencentrum zum größten Theil unberührt und kann weiterhin den Kontraktionen vorstehen; in dem als kontraktile Zone bezeichneten kleinen Gewebsstück ist stets das Nervencentrum noch enthalten.

Der dritte Versuch: Wurden der Meduse alle acht »kontraktilen Zonen« ausgeschnitten, so vermochte sich dieselbe unmittelbar nach der Operation gar nicht mehr zu kontrahiren, war unbeweglich, wie todt. — Das erklärt sich ohne Weiteres dadurch, dass mit den kontraktilen Zonen die in der Decke der Randkörpernische gelegenen Nervencentren ausgeschnitten werden.

Der vierte Versuch: Wurden einer Meduse alle »kontraktilen Zonen« mit Ausnahme einer einzigen ausgeschnitten, so zog sich das Thier wie vorher zusammen. — Dieser Versuch findet seine Erklärung in den oben mit großer Wahrscheinlichkeit erschlossenen Verhältnissen des peripheren Nervensystems: jedes der acht Nervencentren ist nicht nur mit den beiden benachbarten, sondern auch mit entfernter gelegenen Muskelfeldern durch Nervenfasern verbunden; dadurch kann auch

ein einzelnes Nervencentrum den Bewegungen des ganzen Thieres vorstehen. — Wenn bei dieser Selbständigkeit und dem ausgedehnten Wirkungskreise der einzelnen Nervencentren dennoch eine Einhelligkeit in ihrem Zusammenwirken bei der unverletzten Meduse stattfindet, so ist dieser Umstand wohl zurückzuführen auf die Verbindungen der Nervencentren unter einander, deren Vorhandensein ich wahrscheinlich machen konnte.

Wenn die von EIMER im VI. Abschnitte berichteten Zerschneidungsversuche auch für Rhizostoma Geltung haben, so sind sie unschwer zu erklären: wurden vom Rande einer Aurelia zwei radiäre Schnitte in den Adradien geführt, so dass der Schirm in zwei unvollständig getrennte, in der Mitte zusammenhängende Abschnitte getheilt wurde, so hörten die Bewegungen der Theilstücke erst dann auf synchronisch zu sein, wenn die Einschnitte bis nahe an die Keimdrüsen heranreichten. Es würde bei Rhizostoma die nervöse Verbindung der beiden Abschnitte erst nach Durchschneidung der letzten Fasern der Ringnervenstraße aufgehoben sein, welche erst eintritt, wenn die Schnitte sehr weit nach der Mitte der Scheibe zu geführt sind.

Es fragt sich hierbei nur, in wie weit etwa sensible Fasern in der Subumbrella vorhanden sind, die bei einer von einem entfernten Nervencentrum veranlassten Zusammenziehung eines Muskelfeldes die Thätigkeit der nächstgelegenen Centren mit jenem in Übereinstimmung bringen; es wäre ja nicht undenkbar, dass die motorischen Nerven bei diesen niedrig organisirten Thieren auch centripetale Reize übermitteln könnten. Im anderen Falle müsste man annehmen, dass die Gleichzeitigkeit der Bewegungen nur so lange erhalten bleibt, als noch Verbindungsnerven zwischen einem Nervencentrum des einen und einem solchen des anderen Abschnittes vorhanden sind. Auf die Einschneidungsversuche bei dem ringförmig abgetrennten Mantelrand kann ich hier nicht näher eingehen, da diese nur für Aurelia gemacht wurden, und eine Anwendung auf Rhizostoma zu viel des Hypothetischen in sich schließen würde.

Beim Zerstören der Randkörper werden sicher diejenigen Theile des Nervencentrums, welche an der Randkörperbasis (dem Absatz des Stiefels) liegen, leicht aber noch weitere benachbarte Theile desselben in der inneren Sinnesgrube zerstört. Doch bleiben immerhin die größeren Theile der Nervencentren unverletzt. Daher ist einerseits das Aufhören der Zusammenziehungen, andererseits auch die nach Tagesfrist eintretende, dauernde Erholung erklärlich, welche der Zerstörung aller acht Randkörper bei Rhizostoma und Cotylorhiza folgen.

Große Schwierigkeiten bietet die Erklärung solcher Fälle, wo bei Zerstörung aller acht »kontraktilen Zonen« nach längerer Zeit der Starrheit eine Wiederaufnahme der Bewegungen erfolgte. Wir können dabei zwei Fälle unterscheiden: der eine umfasst die Versuche, bei

denen die »Erholung« nur in einzelnen Bewegungen bestand, welche ungeordnet, mit ungleichmäßigen Zwischenräumen stattfanden. Sie sind wohl zu unterscheiden von den anderen, bei denen sich wieder rhythmische Zusammenziehungen einstellten, die mehr oder weniger lange anhielten, dann jedoch durch rasch, »nach Art eines Collaps« eintretenden Tod schnell beendigt wurden. — Für den ersten Fall ist eine Erklärung weniger schwierig. EIMER theilt eine Beobachtung mit, dass an operirten Thieren die Erregbarkeit erhöht ist in der Weise, dass sie beim Einstechen in den Schirm, ja selbst beim Einblasen in das Wasser — also auf schwache mechanische Reize hin sich zusammenzogen. Diese Steigerung der Erregbarkeit ist vielleicht auf Stoffwechselvorgänge, etwa auf eine mangelhafte Versorgung der Nerven mit Sauerstoff zurückzuführen, welche sich beim Ausbleiben der Zusammenziehungen des Schirmes (Athembewegungen) einstellen muss. Vielleicht sind es dann zufällige mechanische Reize, welche die Zusammenziehungen veranlassen. Vielleicht wäre selbst daran zu denken, dass durch das Absterben der verletzten Nerven selbst chemische Reize ausgeübt würden. — Wie nun aber bei Wiederaufnahme der rhythmischen Zusammenziehungen? Ich habe da an eine Erklärung gedacht, welche sich auf eine Angabe EIMER's über die Anstellung dieser Versuche stützte: mit den operirten Versuchsthieren wurden unverletzte Vergleichsthiere im gleichen Gefäße gehalten; konnten nicht diese durch ihre rhythmischen Zusammenziehungen im Wasser des Gefäßes Strömungen hervorrufen, die als rhythmisch auf einander folgende mechanische Reize auf jene einwirkten? Doch wie steht der Fall, wenn ein einzeln aufbewahrtes Thier seine rhythmischen Bewegungen wieder aufnahm! Hier müssen vielleicht erneute Beobachtungen angestellt werden. Jedenfalls ist es nicht ausgeschlossen, dass sich in den motorischen Nervenzellen der radiären Nervenstraßen Ersatzcentren bilden — wozu freilich der Mangel einer Verbindung zwischen diesen Zellen nicht gut stimmen will. — Jedenfalls sprechen diese Erscheinungen in keiner Weise gegen meine Befunde.

In der schönsten Übereinstimmung mit meinen Ergebnissen stehen aber alle die Versuche, welche auf eine Durchschneidung oder Schädigung des subumbrellaren Muskelepithels in der Nähe der kontraktilen Zonen hinauslaufen. Halbkreisförmige Einschnitte in die Subumbrella um die acht Randkörperzonen bewirkten bei Rhizostoma Bewegungslosigkeit der ganzen Meduse. In der Erklärung fällt dieser Fall für mich mit dem dritten Grundversuch zusammen. Alle Nervenfasern, die von dem Nervencentrum zu den Muskeln gehen, verlaufen ja innerhalb des Subumbrellaepithels. Eine Durchtrennung dieses Epithels im

Halbkreise um die Randkörper bewirkt also eine eben so vollständige Zerstörung der Leitung vom Nervencentrum zu den Schirmmuskeln, wie das gänzliche Ausschneiden der »kontraktilen Zonen«. Ja dieser Versuch weist sogar direkt auf die Anwesenheit leitender Substanz in dem Subumbrellaepithel hin. Was EIMER davon abhielt diese Folgerung zu ziehen, war offenbar der Umstand, dass auch bei so behandelten Thieren sich nach einer gewissen Zeit »Erholung« zeigte. Diese aufs Neue eintretenden rhythmischen Bewegungen lassen sich vielleicht mit der Empfindlichkeit gegen mechanische Reize erklären. Die abgetrennten Bezirke des Medusenschirmes bewirkten durch ihre selbständig fortgesetzte Bewegung sehr wahrscheinlich Reize an der Schnittstelle der Nervenfasern, die in ihrer rhythmischen Aufeinanderfolge auch rhythmische Zusammenziehungen des ganzen Schirmes zur Folge hatten. Dasselbe tritt wohl dann ein, wenn durch einen ringförmigen Einschnitt in die Subumbrella ein 3 cm breiter Rand theilweise abgetrennt wird, welcher sich Anfangs selbständig weiter bewegt, später den Rest des Schirmes ebenfalls zu rhythmischer Bewegung reizt. Beide Fälle sind auf mechanische Reizung der der Nervencentren beraubten Theile zurückzuführen.

Interessant ist die Wirkung von Eingriffen, welche von einem Medusenoktanten den Randkörperbezirk durch unzusammenhängende Einschnitte in die Subumbrella nur theilweise abtrennen, unter Belassung von Epithelbrücken. Liegen diese Verbindungsbrücken seitlich von der radiären Nervenstraße (EIMER, p. 54, Holzschnitt 8), so genügt es, sie auf die Breite von 1—2 mm zu bringen, um die Fortpflanzung der rhythmischen Zusammenziehungen über den abgetrennten Randkörperbezirk zu verhindern; lag jedoch die Verbindungsbrücke auf der radiären Nervenstraße selbst, also genau im Radius des Randkörpers, so hörte die Weiterleitung des Bewegungsreizes nicht eher auf, als bis die Brücke vollständig durchgeschnitten war (p. 55 oben). Der Grund dafür liegt auf der Hand: auf der Nervenstraße liegen die Nerven so dicht, dass auch durch Vermittelung einer noch so schmalen Epithelbrücke immer noch unverletzte Fasern die Verbindung herstellen, während zu den Seiten der Nervenstraße eine Strecke von 1 mm wohl ohne Nerven sein kann. Diese für mich sehr wichtigen Versuche wurden an Cotylorhiza ausgeführt.

Ein weiterer Versuch an Cotylorhiza stimmt ebenfalls sehr gut zu meinen Befunden. Mit einem Skalpell wurde die Muskelhaut der Subumbrella unmittelbar um die Wurzel der acht Randkörper fortgeschabt. Sowie der achte Randkörper in dieser Weise operirt war, wurde das Thier bewegungslos. Offenbar ist die Erklärung dafür die gleiche, wie ich

sie oben für die Folge der halbkreisförmigen subumbrellaren Einschnitte um die acht Randkörpergebiete gegeben habe. Am folgenden Tag jedoch hatte sich das Thier ganz erholt, schwamm lebhaft umher; die Untersuchung zeigte, dass der Mantelrand an den operirten Stellen gegen die Unterseite hin umgeschlagen war; Eimer sieht darin lediglich eine Folge der Operation; vielleicht kann man der Erscheinung jedoch größere Wichtigkeit beilegen und annehmen, dass hierbei Nervenstummel auf Nervenstummel zu liegen kam und so eine Leitung vom Nervencentrum nach den Muskeln hin geschaffen war; vielleicht könnte man auch an einen mechanischen Reiz denken, den die Zusammenziehungen der Reste der kontraktilen Zonen auf die Nervenstummel übten.

So finden die physiologischen Versuche der Mehrzahl nach eine einleuchtende Erklärung auf Grund der Thatsachen, die ich über die Beschaffenheit und Anordnung des Nervensystems herausgefunden habe. Für eine Anzahl freilich ist die Erklärung sehr schwierig, würde es aber auch bei jeder anderen Annahme sein. Eine andere Zahl von Versuchen jedoch verlangen geradezu ein meinen Befunden ähnliches Ergebnis der morphologischen Untersuchung. Ich sehe hierin eine willkommene Bestätigung meiner Angaben, wenn dieselben auch ohnedies durch sichere Beobachtung begründet waren. Dagegen geben die neuen morphologischen Resultate auch wieder neue Gesichtspunkte zur Anstellung weiterer Versuche, denen die schließliche Entscheidung zufallen muss.

Tübingen, den 2. August 1895.

Verzeichnis der angeführten Werke.

1. C. Claus, Studien über Polypen und Quallen der Adria. in: Denkschriften der kaiserl. Akad. d. Wissenschaften. Math.-naturw. Klasse. Bd. XXXVIII. 1878. p. 1—64.

2. Derselbe, Über Charybdea marsupialis. in: Arbeiten aus dem Zool. Institut zu Wien. Bd. I. p. 221—276.

3. Derselbe, Untersuchungen über die Organisation und Entwicklung der Medusen Prag und Leipzig 1883.

4. Derselbe, Über die Entwicklung des Scyphostoma von Cotylorhiza, Aurelia und Chrysaora I. in: Arbeiten a. d. Zool. Inst. zu Wien. Bd. XI. p. 85—128.

5. C. G. Ehrenberg, Über die Acalephen des Rothen Meeres und den Organismus der Medusen der Ostsee. in: Abhandlungen der kgl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin aus dem Jahre 1835. Berlin 1837. p. 181—260.

6. TH. EIMER, Über künstliche Theilbarkeit von Aurelia aurita und Cyanea capillata in physiologische Individuen. in: Sitzungsberichte der physik.-medic. Gesellschaft zu Würzburg vom 18. December 1878 und in den Verhandlungen derselben Gesellschaft. N. F. Bd. VI. 1874.

7. Derselbe, Über künstliche Theilbarkeit und über das Nervensystem der Medusen. in: Bericht der 50. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu München 1877. (Auch im Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. XV.)

8. Derselbe, Die Medusen, physiologisch und morphologisch auf ihr Nervensystem untersucht. Tübingen 1878.

9. R. GREEF, Über Crambessa Tagi. Zoologischer Anzeiger. 4. Jahrg. 1881. No. 96.

10. GRENACHER und NOLL, Beiträge zur Anatomie und Systematik der Rhizostomeen. in: Abhandlungen, herausgeg. v. d. SENCKENBERG'schen Naturf. Gesellsch. Bd. X. Frankfurt a/M. 1876. p. 119—179.

11. E. HAECKEL, Das System der Medusen. Erster Theil einer Monographie der Medusen. II. Acraspeden. Jena 1880.

12. Derselbe, Die Tiefsee-Medusen der Challenger-Reise und der Organismus der Medusen. Zweiter Theil einer Monographie der Medusen. Jena 1881.

13. O. und R. HERTWIG, Über das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. in: Jen. Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. XI. (N. F. Bd. IV.) p. 355—374.

14. Dieselben, Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen, monographisch dargestellt. Leipzig 1878.

15. TH. H. HUXLEY, On the Anatomy and the Affinities of the Family of the Medusae. in: Philos. Transact. of the Roy. Society. 1849. Part I. p. 413—430.

16. R. v. LENDENFELD, Über Cölenteraten der Südsee. I. Mittheilung: Cyanea Annaskala. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. p. 465—552.

17. Derselbe, Über Cölenteraten der Südsee. VII. Mittheilung: Die australischen rhizostomeen Medusen. in: Diese Zeitschr. Bd. XLVII. p. 201—324.

18. G. ROMANES, Preliminary Observations on the Locomotor System of Medusae. in: Philos. Transactions of the Roy. Soc. Vol. 166. Part I. p. 269 ff.

19. Derselbe, Further Observations on the Locomotor System of Medusae. Ebenda. Vol. 167.

20. E. A. SCHÄFER, Observations on the Nervous System of Aurelia aurita. Ebenda. Vol. 169. Part II.

21. W. SCHEWIAKOFF, Beiträge zur Kenntnis des Acalephenauges. Morphol. Jahrbuch. Bd. X. p. 21—60.

Erklärung der Abbildungen.

Bedeutung der Abkürzungen.

äsg äußere Sinnesgrube,
dl Decklappen des Randkörpers,
dz Drüsenzelle,
egf Gefäß des Ephyralappens,
ekt Ektoderm,
el Ephyralappen,
ez Epithelzellen,
g Gallerte,
gf Gefäß,
gp Gefäßplatte,
gpf Gefäßplattenfurche,
gz Ganglienzelle,

isg innere Sinnesgrube,
k Kern,
khs Kiel, der die innere Sinnesgrube radiär durchzieht,
kr Krystall,
ks Krystallsack,
mf Muskelfaser,
mz Muskelzelle,
ne Nervenepithel,
nf Nervenfaser,
nfs Nervenfilzschicht,
nr Ringnervenstraße,
nz Nervenzelle,
p Pigment,
rgf Ringgefäß,
rk Randkörper,
rkr Randkörperrohr,
rkr_1 im Krystallsack gelegener Theil desselben,
rks Randkörperstiel,
rns radiäre Nervenstraße,
se Subrumbrellaepithel,
stz Stützzelle,
zg Zellen der Gallerte.

Tafel XX.

Fig. 1—16 beziehen sich auf Rhizostoma Cuvieri.

Fig. 1. Randkörper und Umgebung; Durchschnitt dicht neben dem Radius, vor dem Längskiel der inneren Sinnesgrube vorbeigehend; der Randkörper selbst ist unverletzt gelassen; Sinnesepithelien und Nerven sind blau eingezeichnet; die beiden mit XIV und XV bezeichneten Pfeile zeigen die Schnittrichtung von Figg. 14 und 15 an; die mit einem * bezeichnete Stelle ist in Fig. 18 vergrößert dargestellt; der Abgang des Gefäßes für den Ephyralappen (*egf*) ist ein wenig zu tief gezeichnet. Etwas schematisch. Vergrößerung etwa 40fach.

Fig. 2. Randkörpernische, von der Subumbrella aus gesehen; der Randkörper selbst ist von den Rändern der Ephyralappen zum Theil verdeckt; die innere Sinnesgrube schimmert dunkel durch. Vergrößerung 50fach.

Fig. 3. Randkörper im senkrechten Längsschnitt, Umrisszeichnung zur Erläuterung der Lage von Figg. 4, 5 und 6. Das umrandete Gebiet IV ist in Fig. 4, eben so V in Fig. 5 mit stärkerer Vergrößerung gezeichnet. Die mit VI *a*, *b* und *c* bezeichneten Linien zeigen die Schnittrichtung der entsprechenden Figuren. Vergrößerung 50fach.

Fig. 4. Vorderende des Randkörpers im senkrechten Längsschnitt (vergleiche Fig. 3, IV). Vergrößerung 200fach.

Fig. 5. Ansatzstelle des Randkörpers im senkrechten Längsschnitt mit dem Boden der äußeren Sinnesgrube (vgl. Fig. 3, V). Vergrößerung 400fach.

Fig. 6 *a*—*c*. Querschnitte durch den Randkörper (vgl. Fig. 3, VI *a*—*c*). Bei einer Gesammtlänge des Randkörpers von 570 μ, von seiner äußeren Ansatzstelle bis zur Spitze gerechnet, liegt *a* nur 30 μ, *b* 150 μ und *c* 350 μ von dieser Ansatzstelle entfernt. Der Schnitt *c* ist etwas schräg geführt und ist daher höher, als er bei genauem Querschneiden sein würde. Vergrößerung 85fach.

Tafel XXI.

Fig. 7. Wagrechter Längschnitt durch den Randkörper. Vergrößerung 50fach.

Fig. 8 *a* und *b*. Schnitte durch die Wand des Krystallsackes, um die epitheliale Zusammensetzung derselben zu zeigen; *a* ist von der dorsalen Wandung, aus einem senkrechten Längsschnitt, *b* von der seitlichen Wandung, aus einem Querschnitt. Vergrößerung 400fach.

Fig. 9. Schnitt durch den Boden der äußeren Sinnesgrube und die Ansatz-

stelle des Randkörpers; die Schnittrichtung ist senkrecht zum Radius; der Schnitt zeigt die Verbindung des Nervenfilzes der Sinnesgrube mit dem Entoderm des Randkörperrohres und die zu beiden Seiten am Randkörperansatz gelegenen Theile des Nervencentrums. Vergrößerung 250fach.

Fig. 10. Abnorme Doppelbildung des Randkörpers. Vergrößerung 10fach.

Fig. 11. Nervenepithel von der äußeren Sinnesgrube, nicht weit vom Boden derselben. Vergrößerung 450fach.

Fig. 12. Nervenepithel aus der Tiefe der äußeren Sinnesgrube, mit außerordentlich dicker Nervenfilzschicht. Vergrößerung 450fach.

Fig. 13. Nervenepithel von der in Fig. 1 mit * bezeichneten Stelle der äußeren Sinnesgrube, wo Fasern in die Gallerte eintreten. Vergrößerung 600fach.

Fig. 14. Schräger Schnitt durch die äußere und innere Sinnesgrube, senkrecht zur Radialebene; die Richtung zeigt der Pfeil Fig. 1, XIV. Vergrößerung 18fach.

Fig. 15. Wie voriger, etwas mehr distal geführter Schnitt; die Richtung zeigt der Pfeil Fig. 1, XV. Vergrößerung 18fach. — Diese beiden Schnitte verdeutlichen zugleich die Theilung des Radiärgefäßes in die beiden Gefäße der Ephyralappen und das Randkörperrohr.

Fig. 16. Querschnitt durch einen Ephyralappen. Das dunkel gezeichnete Epithel zwischen den beiden Gefäßplattenfurchen (*gpf*) besteht hauptsächlich aus Drüsenzellen. Vergrößerung 18fach.

Fig. 17—19 beziehen sich auf Cotylorhiza tuberculata.

Fig. 17. Randkörper mit Umgebung; senkrechter Schnitt in radiärer Richtung geführt. Vergrößerung 90fach.

Fig. 18. Randkörper im wagrechten Längschnitt. Vergrößerung 90fach.

Fig. 19. Querschnitt durch das Vorderende des Randkörpers, 150 μ vom Vorderende des von der Spitze bis zum dorsalen Ansatz 408 μ messenden Randkörpers. Der Schnitt ist ziemlich schräg gegangen, wesshalb die Höhe viel bedeutender ist als die Breite; bei genau senkrechtem Schnitt müsste sie geringer sein. Vergrößerung 250fach.

Tafel XXII.

Die Figuren 20—26 beziehen sich auf Rhizostoma Cuvieri.

Fig. 20. Stück einer radiären Nervenstraße; die Nervenfasern sind blau gezeichnet, eine zeigt die den Kern enthaltende verdickte Stelle; nach einem frischen Objekt gezeichnet. Vergrößerung 110fach.

Fig. 21 *a* und *b*. Theile des subumbrellaren Nervengeflechtes; *a* ist aus der Nähe eines adradialen Gefäßes, in ziemlicher Entfernung vom Schirmrande; *b* aus der Nähe des Schirmrandes, $1^1/_2$ cm vom Randkörper entfernt. Vergrößerung 85fach.

Fig. 22. Schema der Nerventheilung auf der Subumbrella; die Gefäße sind in Sepia ausgeführt, die Nervenfasern blau. Die Dichtigkeit der Nervenfasern sowohl in den radiären Nervenstraßen und in der Ringnervenstraße, als auch auf den Muskelfeldern ist viel zu gering. Die Zeichnung umfasst zwei Oktanten des Medusenschirmes. Vergrößerung 2fach.

Fig. 23 *a* und *b*. Längsschnitte durch eine radiäre Nervenstraße, *a* näher dem Randkörper, *b* in größerer Entfernung von demselben. Vergrößerung 635fach.

Fig. 24. Radiärer Schnitt durch den subumbrellaren (inneren) Eingang der Randkörpernische um den Eintritt der intraepithelialen Nerven in diese zu zeigen. Vergrößerung 540fach.

Fig. 25. Zwei Ganglienzellkörper aus der radiären Nervenstraße. Vergrößerung 250fach.

Fig. 26. Zwei Varicositäten von Nervenfasern aus der radiären Nervenstraße. Vergrößerung 250fach.

Die Figuren 27 und 28 beziehen sich auf Cotylorhiza tuberculata.

Fig. 27. Längsschnitt durch die radiäre Nervenstraße. Vergrößerung 635fach.

Fig. 28. Radiärschnitt durch das Cylinderepithel am subumbrellaren Eingang zur Randkörpernische, mit intraepithelialer Nervenfaser. Vergrößerung 400fach.

Die Doppelspermatozoen der Dyticiden.

Von

Dr. med. **Emil Ballowitz,**

außerordentl. Professor und Prosektor an der Universität Greifswald.

Mit Tafel XXIII—XXVI A und B.

Im Sommer 1885 machte ich in Rostock die Beobachtung, dass im Vas deferens gewisser Schwimmkäfer (Dyticus, Acilius, Hydaticus, Colymbetes) die Spermatozoen mit den Köpfen paarweise zu Doppelspermatozoen vereinigt sind. Nach meiner Übersiedelung nach Greifswald untersuchte ich im darauf folgenden Sommer die Samenkörper dieser Coleopteren an einem reichen Material näher. Aus dieser Zeit stammt die vorliegende Arbeit nebst den Abbildungen, worüber ich im ersten Jahrgange des Anatomischen Anzeigers 1886[1] bereits eine kurze Notiz veröffentlicht habe. Ich fand damals höchst eigenartige und komplicirte Strukturverhältnisse an Kopf und Geißel dieser Gebilde, Strukturverhältnisse, welche in manchen Punkten recht schwer festzustellen und zu deuten waren. Ich beschloss daher, diese Untersuchungen noch weiter fortzusetzen und auf möglichst alle Gattungen der Schwimmkäfer auszudehnen. Aus diesem Grunde habe ich diese Coleopterenfamilie auch in meiner größeren, in dieser Zeitschrift 1890 erschienenen Abhandlung über den feineren Bau der Spermatozoen der Coleopteren[2] völlig unberücksichtigt gelassen. Leider war es mir aber nicht mehr möglich, wieder in den Besitz eines so reichen Materials zu kommen; außerdem wurde ich auch durch andere Arbeiten zu sehr von diesen Untersuchungen abgezogen. Ich sehe mich

[1] Zur Lehre von der Struktur der Spermatozoen. Anat. Anz. 1. Jahrg. 1886. Nr. 11.

[2] Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoen, zugleich ein Beitrag zur Lehre vom feineren Bau der kontraktilen Elemente. Die Spermatozoen der Insekten. Diese Zeitschr. Bd. L, 3. Heft. 1890.

daher gezwungen, die Resultate so, wie ich sie vor Jahren erhalten, jetzt zu veröffentlichen.

Zur Untersuchung kamen folgende Arten, so weit sie genauer bestimmt wurden:

Dyticus dimidiatus Bergstr.
» marginalis L.
» circumcinctus Ahr.
» latissimus L.
Hydaticus stagnalis F.
» transversalis Pontopp.
Graphoderes cinereus L.
» zonatus Hoppe.
Acilius sulcatus L.
» fasciatus Deg.
Colymbetes fuscus L.
» striatus L.

Die Samenkörper dieser Gattungen sind durchaus nicht gleichgestaltet, zeigen vielmehr sehr bemerkenswerthe Verschiedenheiten. Am komplicirtesten fand ich ihren Bau bei der Gattung Hydaticus. Besonders eingehend habe ich die Samenkörper von Hydaticus stagnalis untersucht, ich will daher mit der Schilderung ihres Baues bei diesem Schwimmkäfer beginnen.

Zerzupft man das zusammengeknäuelte Vas deferens eines brünstigen Männchens in physiologischer Kochsalzlösung, so erhält man im Präparat sehr zahlreiche Samenkörper, welche nicht gerade sehr lang sind und sich daher leicht isoliren (Taf. XXIII, Fig. 8). Der ganze Körper misst etwa 0,290 mm, wovon 0,010 mm auf den Kopf entfallen. Ihre im Vergleich mit den Samenkörpern der anderen Dyticidengattungen geringere Länge macht sie für die Untersuchung der Geißelstruktur besonders geeignet, da man an dem Macerationspräparat die Faserverhältnisse leichter überblicken kann.

Sofort bei der Untersuchung schon mit schwachen Systemen fällt dem Beobachter auf, dass die meisten Samenkörper des Vas deferens zwei gleich lange Geißeln zu besitzen scheinen, die an einen, wie es auf den ersten Blick scheinen mag, einfachen, deutlich abgesetzten Kopf angeheftet sind (Taf. XXIII, Fig. 8, Taf. XXIV, Fig. 17). Die nähere Untersuchung ergiebt aber sehr bald, dass es sich um eine Vereinigung zweier Einzelspermatozoen zu einem Doppelspermatozoon handelt: je zwei Samenkörper sind mit den Köpfen paarweise zu einem Doppelgebilde verbunden. Sehr häufig tritt eine Lockerung des

Zusammenhanges der Köpfe ein, so dass die beiden Samenkörper schließlich wieder getrennt sind (z. B. auf Taf. XXIV in Fig. 23). Einzelspermatozoen trifft man daher auch mehr oder weniger zahlreich in den Präparaten an.

Die Art der Vereinigung beider Köpfe ist nun eine höchst eigenartige und komplicirte. Sie wird bedingt durch die ganz absonderliche, bis jetzt einzig dastehende Form der Spermatozoenköpfe, welche tütenförmig gestaltet sind und sich bei der Konjugation um einander herumwickeln. Um die Art der Vereinigung verstehen zu können, wollen wir uns zuerst mit dem Bau des Kopfes und der Geißel der isolirten Einzelspermatozoen vertraut machen.

Untersucht man frisch durch Osmiumsäuredämpfe fixirtes Material in Wasser, so erkennt man, dass der Kopf die Form einer dreieckigen, nach der einen Fläche umgebogenen Platte besitzt. Die Fig. 18 und 19 auf Taf. XXIV und Fig. 25 auf Taf. XXV zeigen uns z. B. die Flächenansicht, Fig. 26 auf Taf. XXV die Kantenansicht. In Fig. 35 blickt man an den kurz zuvor getrennten Köpfen eines Doppelspermatozoons rechts in die konkave Fläche des einen, links auf die konvexe Fläche des anderen Kopfes. Die Lichtbrechungsverhältnisse sind indessen an dem ungefärbten Präparat zu ungünstig, um Einzelheiten genauer erkennen zu lassen. Es empfiehlt sich daher eine nicht zu intensive Färbung der fixirten Objekte mit stark färbenden Anilinfarben, z. B. Gentianaviolett. Man kann dann bei Untersuchung mit einer guten homogenen Immersion Folgendes feststellen.

Der dünne Kopf hat, von der Fläche gesehen, etwa die Gestalt eines rechtwinkligen Dreiecks (Fig. 18 auf Taf. XXIV, Fig. 25 auf Taf. XXV). Die eine längere Kathete liegt in der Fortsetzung der Geißel, deren Anheftungsstelle mit dem unteren Theile der Kathete zusammenfällt. Dieser Rand ist geradlinig und verdickt; bei Färbung tritt er daher stets als breiter, intensiv gefärbter Streifen hervor, der besonders im oberen Theile gegen die dreieckige Platte hin scharf und meist geradlinig vorspringt. Nach oben hin läuft er in eine gleich stark sich färbende, kleine, rundliche, bisweilen wie eingebogen erscheinende Verdickung aus. Dieser Rand (*k* der Figuren) scheint mir der wesentliche Bestandtheil des Kopfes zu sein, welcher dem meist nadelförmig gestalteten Spermatozoenkopfe der anderen Insekten entsprechen würde. Ich will ihn vor der Hand als eigentlichen Kopf bezeichnen. An ihm ist dann der platte, tütenförmig umgebogene, dreieckige Kopfanhang (*kg* der Figuren) angeheftet.

Bei günstiger Lage dieses Kopfes sieht man an seinem oberen, freien, von dem Kopfanhang abgewandten Rande einen schmalen, zarten

Saum, der nur sehr wenig Färbung annimmt (*z* in den Figg. 18 und 19 auf Taf. XXIV und Fig. 25 auf Taf. XXV). Dieser Saum beginnt dicht unterhalb der Endverdickung und erhebt sich dann allmählich als schmaler heller Streif bis gegen die Mitte des Kopfrandes. Hier endigt er rechtwinklig abgeschnitten als niedriger zahnartiger Vorsprung. Diese Bildung ist an gut gelungenen Deckglastrockenpräparaten meist noch recht deutlich wahrzunehmen. Ohne Zweifel hat der Vorsprung bei der Vereinigung der Köpfe eine mechanische Aufgabe und dient zur gegenseitigen Verzahnung und Verankerung der Köpfe. Übrigens kann der Saum auch eingebogen und anders gerichtet sein, so dass er bei der Flächenansicht der Köpfe nicht deutlich hervortritt.

Die zweite kleinere Kathete des Kopfdreiecks zeigt eine zarte, unregelmäßige Begrenzung. Dieser (untere) Rand verläuft nicht geradlinig, sondern erscheint nach oben ausgeschweift. Meist ist er unregelmäßig eingeschnitten und eingekerbt, häufig wie eingerissen. Hier setzen sich daher auch häufig Anlagerungen fest (Fig. 20 auf Taf. XXIV).

Der Hypotenusenrand des Kopfanhanges beginnt unter dem Endknötchen des Kopfes und verläuft, ein wenig nach außen gebogen, zu der unteren Kathete. Diese Hypotenusenlinie fällt nun nicht mit dem freien Rande des Kopfanhanges zusammen, der letztere ist vielmehr, wie mir scheint, nach der einen Fläche hin umgebogen, so dass sein freier Rand sich dem Kopfe, wenigstens im oberen Theile, annähert. Zwischen beiden bleiben oben nur ein schmaler, in Form einer hellen Linie hervortretender Spalt, unten dagegen ein breites, dreieckiges Feld frei (Fig. 18, 21, 22 auf Taf. XXIV, Fig. 25, 35—39, 41—44 auf Taf. XXV). Der umgebogene Theil besitzt die Form eines gleichschenkligen Dreiecks, dessen Größe etwas variirt, je nachdem die Kopfplatte mehr oder weniger umgerollt ist. Die Umbiegung des Kopfrandes ist eine sehr beständige und haltbare, da ich eine vollständige Entrollung der ganzen Kopfplatte kaum jemals gesehen habe. Dadurch gewinnt der umgebogene, dreieckige Theil des Randes die Bedeutung eines breiten Hakens.

Diese Einzelheiten treten sehr deutlich hervor, wenn die mit Gentianaviolett gefärbten Präparate einige Zeit unter dem Deckglase gelegen haben, wobei sich die Köpfe etwas entrollen und mit ihrer einen Fläche dem Deckglase dicht anlagern. Besonders intensiv sind Anfangs der Kopf und der dreieckige umgeschlagene Rand gefärbt. Fast macht es den Eindruck, als ob der letztere von etwas anderer Beschaffenheit wäre, als die übrige Kopfplatte (Fig. 18, 21 und 22 auf Taf. XXIV). Bleiben die Präparate längere Zeit, etwa 8—14 Tage, in Wasser unter dem Deckglase liegen, so tritt eine Entfärbung der Köpfe

ein, bis auf den hinteren Theil des Kopfanhanges, welcher sich zwischen dem Kopf und dem umgefalteten Rande befindet. Diese dreieckige Stelle bewahrt eine sehr deutliche, violette Färbung, so dass sie sich von der Umgebung scharf abhebt und fast wie ein besonderer Körper aussieht (Fig. 19, 20 und 24 auf Taf. XXIV, Fig. 39 und 43 auf Taf. XXV). Sein unterer, ausgezackter Rand schien mir bisweilen wie von zwei über einander gelegenen Platten gebildet (vgl. Fig. 20 auf Taf. XXIV, wo zwei derartig entfärbte Köpfe mit den Hypotenusenrändern an einander liegen). Statt des hellen Längsspaltes tritt dann oft eine schmale dunkle Linie auf (Fig. 19 und 20).

Nicht minder komplicirt gebaut, wie der Kopf, ist die Geißel dieser Samenkörper.

Zunächst ist ein Unterschied festzustellen zwischen dem ersten und den sechs folgenden Siebentel der Geißellänge. Ihr vorderer Abschnitt erscheint nämlich in einer Länge von 0,040 mm breiter und mehr gerade gestreckt. Statt der weiten Einbiegungen, welche am hinteren Theile auftreten, sind vorn nur ausgiebige krausenförmige Umbiegungen des einen Randes sichtbar (Fig. 8 auf Taf. XXIII, Fig. 17 auf Taf. XXIV). Bei Untersuchung mit starken Systemen erkennt man, dass diese Strecke ausgezeichnet ist durch den Besitz eines sehr zarten, schmalen Saumes, der nach hinten allmählich schmäler wird, um schließlich ganz aufzuhören. Eine scharfe Grenze zwischen den beiden Abschnitten der Geißel besteht nicht, vielmehr ist der Übergang ein ganz allmählicher.

Man könnte daran denken, dieses breitere Anfangsstück der Geißel für einen mit dem Verbindungsstück z. B. der Säugethierspermatozoen gleichwerthigen Abschnitt zu halten, obwohl es hier, wie bei den übrigen Dyticiden (siehe weiter unten), nach hinten hin nicht scharf abgegrenzt ist. Seine hintere Grenze wird eigentlich nur durch das Aufhören des zarten Saumes bezeichnet. Eine ähnliche Verdickung des vorderen Geißelendes wurde unter den Insekten von meinem Bruder[1] bei Gryllus und Gryllotalpa aufgefunden. Alles dort über diesen Abschnitt Gesagte gilt auch für die Dyticiden[1].

[1] K. Ballowitz, Zur Kenntnis der Samenkörper der Arthropoden. Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie. 1894. Bd. XI, 5. Heft. Die betreffende Stelle lautet: »An dem vorderen Ende der Geißel tritt nun eine sehr bemerkenswerthe Einzelheit sehr deutlich hervor; es ist nämlich der vordere Theil der Geißel in der Nähe des Kopfes verdickt, so dass dieser Theil, der sich unmittelbar dem Kopfe anschließt, die gleiche Dicke als das Hinterende des Kopfes besitzt und sich daher von dem Kopfe auf den ersten Blick nicht so deutlich abhebt. Nach hinten hin verschmälert sich dieser Theil allmählich, um ohne Grenze in den übrigen Theil der Geißel überzugehen. Besonders bei Gentianafärbung tritt dieser

Das hinterste Ende der Geißel läuft in eine feine Spitze aus, ohne dass ein »Endstück« zur Abgrenzung käme (Fig. 17 auf Taf. XXIV). Es sei hier schon voraus bemerkt, dass auch bei Acilius, Dyticus und Graphoderes kein eigentliches Endstück von mir beobachtet wurde.

Besonders deutlich wird der Saum des vorderen Geißelabschnittes in gefärbten Präparaten, die einige Tage in Wasser unter dem Deckglase gelegen haben, da die abgeplatteten Geißeln sich den Glasflächen alsbald dicht anzulegen pflegen. Man sieht dann (Fig. 18 und 19 auf Taf. XXIV, Fig. 25, 29 und 35 auf Taf. XXV), dass der eine Rand gerade verläuft und intensiv gefärbt ist. Nur der freie, schmale, äußerste Theil dieses Randes erscheint häufig etwas heller, besonders im oberen Theile in der Nähe des Kopfes, wo er sich in Form eines sehr niedrigen, blassen (zweiten) Saumes erhebt, der dicht am Zahnvorsprung des Kopfes sein Ende findet (Fig. 18 und 19 auf Taf. XXIV, Fig. 25 auf Taf. XXV bei S_1).

An der gegenüberliegenden Seite der Geißel ist der oben erwähnte, schmale, wenig gefärbte Saum (S) angeheftet. Zwischen beiden Rändern befindet sich nun ein intensiv gefärbter, mit dem dunklen Geißelrande zusammenhängender Streifen, der bisweilen gerade verläuft (Fig. 18 auf Taf. XXIV, Fig. 29 auf Taf. XXV), meist aber sehr zierliche, regelmäßige, wellenförmige Einbiegungen zeigt. Sehr häufig tritt dieser Streifen als isolirter, durch intensive Färbung ausgezeichneter Faden hervor. Die starke Färbung bewahrt er auch noch längere Zeit in Deckglastrockenpräparaten, nachdem die Färbung der übrigen Theile schon sehr verblasst ist. Auch an dem ungefärbten frischen Präparat sind die Einbiegungen dieses Streifens zu erkennen.

Sehr eigenthümliche und zugleich instruktive Bilder erhält man in diesen Präparaten nicht selten, wenn die breiten, platten Geißeltheile der Doppelspermatozoen sich in Folge der Adhäsion an einander gelegt und platt an den Glasflächen ausgebreitet haben. So entstehen breite, sehr auffällige Bänder, wie in den Figuren 21 und 22 auf Taf. XXIV. Hier haben sich die vorderen Geißelabschnitte mit ihren geraden Rändern an einander gelegt, während die von einander abgewickelten Kopfanhänge zu beiden Seiten der noch mehr oder weniger vereinigten

verdickte Theil hervor. Wie die Macerationen zeigen, wird diese Verdickung bedingt durch eine Verdickung der Theilfasern der Geißel. Vielleicht handelt es sich hier um die erste Andeutung eines »Verbindungsstückes« der Geißel, eines Abschnittes, der ja besonders bei den Säugethieren ausgebildet erscheint, bei den Insekten aber bis jetzt noch nicht beobachtet ist. Allerdings ist hervorzuheben, dass sich das hintere Ende des Verbindungsstückes hier nicht von dem Hauptstück der Geißel scharf abgrenzt, wie es sonst der Fall zu sein pflegt.«

Köpfe gelagert sind. Man erkennt an jedem Bandstreifen einen geraden Rand und an der anderen Seite den zarten, hellen Saum. Das hintere Ende des letzteren lässt sich genau feststellen, es befindet sich bei x der Figuren. Der Saum liegt stets nach derjenigen Kopfseite hin, an welcher der Kopfanhang befestigt ist. Am meisten fällt aber die intensiv gefärbte, in der Mitte eines jeden einzelnen Bandes gelegene Faser auf, welche meist eine sehr zierliche und regelmäßige Schlängelung aufweist. Hiermit korrespondiren nicht selten Einbiegungen des Saumrandes. Die geschlängelte Faser erstreckt sich nach hinten hin über den Bereich des Saumes hinaus (bei x) und wird zu dem gebogenen freien Rande des hinteren Geißeltheiles. Der letztere erscheint in den Präparaten leicht abgeplattet als sehr schmales Band mit einem geraden, helleren (*Rf*) und einem oft krausenartig umgebogenen, dunkler gefärbten Rande (*Sf*).

Weiteren Aufschluss über die Zusammensetzung der Geißel gaben mir gute Macerationen, welche unter dem Deckglase in 0,75%iger Kochsalzlösung vorgenommen wurden, wie die Abbildungen 23 und 24 auf Taf. XXIV und Fig. 36—45 auf Taf. XXV zeigen. Die Dyticiden bestätigten mir die Resultate, welche ich bei den anderen Insekten erhalten hatte[1]. Ich fand auch hier, dass die Geißel von drei Hauptfasern gebildet wird, welche sich von ihrem einen bis zum anderen Ende erstrecken und selbst wiederum aus Fibrillen zusammengesetzt sind. Die eine Faser bildet als Randfaser (*Rf* der Abbildungen) den einen geraden Rand der Geißel, während der andere Rand von der sich intensiver färbenden Saumfaser (*Sf*) dargestellt wird. Die letztere ist, besonders im vorderen Abschnitte, krausenförmig umgebogen, daher länger als die Randfaser. Wenn sich nun die vorderen platten Geißeltheile den Glasflächen dicht anlagern (vgl. Taf. XXIV, Fig. 21 und 22), so gleichen sich die krausenförmigen Umbiegungen aus und die längere Saumfaser ist meist gezwungen, sich in die oben beschriebenen, zierlichen, wellenförmigen Biegungen zu legen. Zwischen Randfaser und Saumfaser befindet sich die Mittelfaser (*Mf* der Figuren). Eine Stützfaser habe ich bei den Dyticiden nicht gefunden. In Fig. 36 und 37 hat sich die Saumfaser mit dem Saume abgelöst. In Fig. 37 fängt auch der Saum an, sich bei x mit seinem hinteren Ende abzutrennen. In den Figuren 38—44 ist der Saum dann vollständig isolirt, während in Fig. 23 und 24 auf

[1] Vgl. hierüber diese Zeitschr. Bd. L, 1890 und meine »Bemerkungen zu der Arbeit von Dr. phil. Karl Ballowitz über die Samenkörper der Arthropoden nebst weiteren spermatologischen Beiträgen, betreffend die Tunikaten, Mollusken, Würmer, Echinodermen und Cölenteraten.« Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie. 1894. Bd. XI, 5. Heft.

Taf. XXIV seine Ablösung unterblieben ist. Der isolirte Saum (S) ist blass gefärbt, sehr zart und läuft nach hinten allmählich in eine feine Spitze aus. Er scheint weich und nachgiebig zu sein und ist meist unregelmäßig hin und her gebogen oder in Schleifen gelegt, ähnlich einer geschwungenen Peitschenschnur oder mehr noch einem im Winde flatternden Schiffswimpel. In dieser Beziehung gleicht er sehr der von mir bei Hydrophilus aufgefundenen »Wimpelfaser«[1]. Doch sind beide wohl nicht gleichbedeutend, da mir bei Hydrophilus als das Wahrscheinlichste erschien, dass die Wimpelfaser zwischen Rand- und Mittelfaser eingelagert ist. Bei Hydaticus heftet sie sich aber äußerlich als Saum an die Geißel an. Nach den Resultaten, welche ich durch Maceration und bei Färbung (vgl. Fig. 21 und 22) erhalten habe, glaube ich es für das Wahrscheinlichste halten zu müssen, dass der zarte Saum dem freien Rande der Saumfaser angeheftet ist, denn man kann sich Befunde, wie in Fig. 36, 37 und 21, 22 kaum anders deuten. Bei Untersuchung des frischen Objektes will es allerdings bisweilen scheinen, als verliefe der zarte Saum dicht neben den krausenförmigen Einbiegungen der Saumfaser, so dass eine schmale Rinne zwischen ihnen liegen würde. Der Saum und die Saumfaser wären dann an die Randfaser dicht neben einander angeheftet. Auch finde ich unter meinen Notizen die Beobachtung vermerkt, dass bei einem Hydaticus (nicht stagnalis) bei Untersuchung des frischen Objektes die Krausen der Saumfaser lebhaft flimmerten,

[1] Diese Zeitschr. Bd. L. 1890. p. 359. Die betreffende Stelle lautet: »Bei weitergehender Maceration in gut gelungenen Präparaten löst sich nun häufig noch eine vierte, sehr eigenthümliche Faser von den übrigen ab, welche ganz anders aussieht, als die letzteren. Dieselbe bildet ein dünnes, gleichfalls platt bandartiges, blassviolett tingirtes Fädchen, welches sich an das Hinterende des Kopfes anheftet. Gegen das hintere freie Ende hin verjüngt es sich ganz allmählich und wird sehr fein, um mit einer feinsten Zuspitzung aufzuhören. Immerhin ist es aber, auch in seinem hinteren Theile, noch wesentlich dicker, als eine der oben von mir beschriebenen Fibrillen. Sehr auffällig ist, dass dieses Fäserchen bei Weitem nicht die Länge der übrigen Fasern erreicht; es besitzt nur eine Länge von ca. 0,05 bis 0,06 mm, erstreckt sich mithin noch nicht bis zur Mitte der Geißel, welche gegen 0,13 mm misst. Merkwürdig und sehr charakteristisch ist auch die Art der Einbiegungen dieser Faser. Sie scheint außerordentlich weich und nachgiebig zu sein, so dass sie meist zahlreiche kleine unregelmäßige Einbiegungen, öfters auch winkelige Umknickungen zeigt, welche letztere bei den anderen Fasern niemals beobachtet werden. Auch flottirt sie sehr leicht hin und her. Durch diese zahlreichen Einbiegungen und durch ihr ganzes Aussehen ähnelt sie einer geschwungenen Peitschenschnur, oder mehr noch einem im Winde flatternden Schiffswimpel. Sie möge daher die Bezeichnung der ‚Wimpelfaser‘ führen.« Hierzu sei noch bemerkt, dass ich bei den Dyticiden den isolirten Saum stets im Zusammenhange mit der Geißel, niemals aber an abgetrennten Köpfen antraf, wie es bei Hydrophilus häufig von mir beobachtet wurde. Vgl. z. B. l. c. Taf. XIV, Fig. 58 und 63.

während der zarte Saum deutlich war und ruhig daneben lag. Hier bin ich nicht sicher geworden und muss ich diese Frage noch unentschieden lassen. Ich habe diese Verhältnisse desswegen so ausführlich erörtert, weil ich bis jetzt bei den Insektenspermatozoen die gebogene Saumfaser stets am freien Rande der Geißel angetroffen habe, während sie hier eventuell vorn vom Saume bedeckt sein würde.

In Fig. 23 und 24 auf Taf. XXIV und den Fig. 40—43 auf Taf. XXV ist dann eine Trennung in Rand- (*Rf*) und Mittelfaser (*Mf*) erfolgt. Besonders instruktiv sind die Figuren 23 und 43, wo die Geißeln fast in ganzer Ausdehnung in die drei Hauptfasern zerlegt waren. Fig. 24, 44 und 45 liefern dann weiterhin Beläge für die fibrilläre Struktur der drei Hauptfasern, deren Nachweis mir auch hier sehr oft gelungen ist. Ob der zarte Saum gleichfalls fibrillär strukturirt ist, vermag ich nicht zu sagen, da ich an dem isolirten Saume keine Anhaltspunkte dafür gewinnen konnte. Bilder, wie in Fig. 45, scheinen es nicht auszuschließen. Diese Abbildung zeigt übrigens nach Entfernung des Kopfes das vordere freie Ende der Geißel, welches in eine feine borstenförmige Spitze ausläuft. Mit dieser Spitze befestigt sich die Geißel ziemlich fest im unteren Theile des Kopfes, wie ich sehr deutlich in einem mit Gentianaviolett gefärbten und bereits verblassten Deckglastrockenpräparat erkannte (Fig. 33 auf Taf. XXV). In den bereits farblos gewordenen Doppelkopf drangen die noch intensiv gefärbten Geißelspitzen bis fast gegen seine Mitte hin vor.

Wie sind nun die Köpfe der Doppelspermatozoen bei Hydaticus mit einander verbunden? Die Frage ist nicht leicht zu beantworten, besonders was die feinere Mechanik der gegenseitigen Verkuppelung betrifft. Indessen dürften diese Einzelheiten auch wenig von Bedeutung sein. Das Wesentliche, was ich ermitteln konnte, ist Folgendes.

Die beiden Köpfe legen sich mit ihren Rändern an einander, kommen hierbei theilweise auch wohl zur Deckung. Bei der gegenseitigen Befestigung spielen jedenfalls der Zahnvorsprung und der linienförmige Spalt eine wichtige Rolle. Da die Kopfplatten alle nach derselben Seite umgebogen zu sein scheinen, legt sich der gebogene Kopfanhang des einen Kopfes mit seiner konkaven Fläche um den Rand und die konvexe Fläche des Kopfanhanges des zweiten Kopfes in größerer Ausdehnung herum und eben so der Kopfanhang des letzteren um den ersteren. Hierdurch entsteht eine wechselseitige Umwicklung und Einschachtelung der Köpfe (Fig. 17 auf Taf. XXIV, Fig. 27 und 28 auf Taf. XXV). Vgl. auch Fig. 34 auf Taf. XXV, wo eine theilweise Abwicklung der Kopfplatten erfolgt ist. Untersucht man die fest vereinigten Köpfe von der Fläche und stellt ihre Ränder ein, so nimmt man bei Bewegung der

Mikrometerschraube wahr, dass an dem einen Rande des Doppelkopfes die hakenförmig umgebogene Spitze des Kopfanhanges nach oben, an dem anderen Rande nach unten gerichtet ist (Fig. 17 auf Taf. XXIV, Fig. 28 auf Taf. XXV).

Der Zusammenhang der Köpfe lockert sich zuerst in ihrem hinteren Theile, so dass die Spitzen am längsten vereinigt bleiben (Fig. 34). Ist eine Lockerung der unteren Kopftheile eingetreten, so rücken die beiden Kopfränder ein wenig von einander ab und bringen dadurch die Kopfanhänge etwas zur Entfaltung. Dabei legt sich meist der eine Kopf in die Konkavität des Kopfanhanges des anderen hinein. Untersucht man einen derartig in seinem Zusammenhange gelockerten Doppelkopf von der Fläche, so findet man die beiden Kopfstreifen nicht in der Mitte, sondern am Rande des etwas verbreiterten Doppelkopfes (Fig. 30). Dies wird häufig angetroffen, besonders wenn die Präparate einige Zeit unter dem Deckglase gelegen haben, auch in Deckglastrockenpräparaten (Fig. 32). Auch eine andere Art der Verhakung kann nach fast völliger Trennung der eigentlichen Köpfe eintreten, indem die Kopfanhänge sich mit ihren umgebogenen Rändern in einander verhaken, wie es bisweilen beobachtet wird. Diese Doppelköpfe erscheinen dann sehr verbreitert (Fig. 31 auf Taf. XXV). Übrigens beobachtet man in den Präparaten nicht selten, dass sich die Kopfanhänge bereits von einander abgewickelt haben, während die Köpfe noch fest zusammenhängen. Dies geschieht häufig, wenn die Präparate einige Zeit unter dem Deckglase gelegen und sich den Glasflächen dicht angedrückt haben. Man trifft dann die Köpfe an einander gelagert und daneben die mehr oder weniger entfalteten Kopfanhänge ausgebreitet (Fig. 21, 22 und 24 auf Taf. XXIV und Fig. 29 auf Taf. XXV). Alle diese Verhältnisse kann man sich recht gut veranschaulichen, wenn man aus dünnen Wachsplatten Figuren von der Form der Köpfe herausschneidet, dieselben in entsprechender Weise modellirt und in einander legt.

Die geschilderte Mechanik der Verkuppelung genügt nun aber noch nicht, um den festen Zusammenhang der beiden Köpfe zu erklären. Vielmehr muss hier noch ein wohl protoplasmatisches Bindemittel mit im Spiele sein, welches die Köpfe mit einander verbindet. Hiermit steht wie ich glaube, auch eine feinkörnige, kugelige Masse im Zusammenhange, welche dem Doppelkopf als Spitzenknopf aufsitzt (*Kf* in den Figuren 27, 28, 29, 30 u. 32 der Taf. XXV). Diese Masse färbt sich mit Gentianaviolett intensiv, zeigt meist eine etwas unregelmäßige Begrenzung und findet sich hauptsächlich an den Doppelspermien aus den oberen Theilen des Vas deferens. Werden die Köpfe gewaltsam von einander getrennt, so bleibt der Spitze eines jeden Kopfes eine Hälfte

ansitzend. Später verschwindet die Masse mehr und mehr oder dringt auch wohl als Kittmasse zwischen die Köpfe ein, um sie noch fester mit einander zu verkleben. Durch besondere Anhäufung dieses Klebemittels zwischen den vorderen Enden der Köpfe erklärt sich auch wohl der Umstand, dass die Trennung der Köpfe vorn am schwierigsten und zuletzt erfolgt.

Von Größendifferenzen der ganzen Spermatosomen und einzelner ihrer Theile abgesehen, fand ich nun genau die gleichen Bauverhältnisse bei anderen Hydaticus-Arten und den untersuchten Species von Graphoderes.

Auch bei den Acilius-Arten sind die Samenkörper und ihre Vereinigung zu Doppelspermien ganz ähnlich (Fig. 57—59 auf Taf. XXVI und Fig. 5—7 auf Taf. XXIII; Fig. 5 stellt ein Doppelspermatozoon aus dem Vas deferens dar, Fig. 6 und 7 dessgleichen aus dem Receptaculum seminis von Acilius sulcatus L.). Die Geißel ist hier beträchtlich länger (0,480—0,490 mm), während der Kopf kleiner als bei Hydaticus stagnalis ist; er eignet sich daher nicht so gut zur Untersuchung. So habe ich hier z. B. den Zahnvorsprung des Kopfes nicht gesehen. Der eigentliche Kopf ist verdickt und etwas verbreitert, er tritt daher an den frischen, noch mehr an den gefärbten Präparaten sehr deutlich hervor (Fig. 57 und 58 *K*). Auch mit Alaunkarmin färbt er sich intensiv. Die Art der Verkuppelung ist eine eben so feste, wie bei Hydaticus. Erwähnt sei noch, dass ich an den Doppelspermien aus dem Endstück des Vas deferens, besonders bei Kantenansicht, sehr oft einen verschieden hohen Stand der Köpfe gesehen habe, so dass die eine Kopfspitze etwas mehr vorragte als die andere. Der Saum an dem flimmernden Anfangsstück der Geißel ist sehr schmal und nicht so leicht zu erkennen. Er löst sich auch schwerer ab, obwohl ein Zerfall der Geißel in drei bis vier Fasern sehr häufig zur Beobachtung kommt. In Deckglastrockenpräparaten sind diese Fasern oft in auffälliger Weise bogenförmig abgehoben (Fig. 59 auf Taf. XXVI).

Wesentlich anders sind die Samenkörper der Colymbetes-Arten beschaffen (Fig. 3 und 4 auf Taf. XXIII, Fig. 60—62 auf Taf. XXVI). Vor Allem fehlt an der Geißel eine Differenzirung in einen vorderen und hinteren Abschnitt: ihr vorderes Ende unterscheidet sich in nichts von den übrigen Theilen, mithin fehlt hier auch ein Saum, von welchem ich selbst in Macerationspräparaten keine Andeutung wahrnehmen konnte. Dagegen ist hier ein Endstück von 0,063 mm Länge differenzirt, welches sich allerdings nicht sehr scharf von dem übrigen Geißeltheil absetzt; an gefärbten Präparaten wird die Grenze deutlicher. Hauptsächlich fällt es dadurch auf, dass es meist gerade gestreckt und mehr

starr ist. Die Geißel zerfällt in Macerationen sehr leicht in die drei Hauptfasern, nicht selten ist, wie bei Acilius, ein weiterer Zerfall in feinere Fasern und Elementarfibrillen. Der Spermatozoenkopf der Colymbetes-Arten ist schmal, pfeilförmig. Der eigentliche Kopf (*K*, Fig. 60, 61) besitzt die Form einer Nadel mit feiner vorderer Spitze. An frischen Präparaten fand ich hier ein kurzes, etwas dunkleres Stück ansitzend, welches, ähnlich dem Spitzenstück an den Samenkörpern anderer Insekten, nicht selten ein wenig umgebogen war (Fig. 60, 61). An den einen Rand des Kopfes setzt sich der schmale, nach hinten hin allmählich verbreiterte, tütenförmig gebogene Kopfanhang an, der nach hinten mit einer widerhakenartig vorspringenden Spitze vorragt (Fig. 60, 61 *Kg*). Dieser Kopfanhang erscheint, auch nach Färbung, stets gleichmäßig hell.

Eine sehr merkwürdige Beobachtung machte ich wiederholt in Zupfpräparaten des Vas deferens der Colymbetes-Arten. Ich fand hier die Samenkörper meist zu größeren Bündeln[1] vereinigt. Die Köpfe steckten dabei in einer protoplasmatischen Masse (*K'* in Fig. 62 auf Taf. XXVI), während die lebhaft flimmernden Geißeln frei hervorragten (siehe über die Bewegungserscheinungen weiter unten). Der Verband der Bündel lockerte sich bei dem Zerzupfen leicht, so dass kleinere Gruppen daraus hervorgingen, welche sich lebhaft vorwärts bewegten. Diese Bündel wurden aber nicht allein von Doppelspermatozoen zusammengesetzt. Denn ich traf die Samenkörper auch zu dritt zusammengelagert, so dass fest vereinigte Drillingsspermatozoen[2] entstanden waren. Die Drillingsspermatozoen waren nicht selten (Fig. 4 auf Taf. XXIII). Ihre Köpfe waren durch Vermittelung einer stark lichtbrechenden Kittsubstanz fest mit einander verkittet. Nicht selten wurden, wie oben erwähnt, durch die Kittmasse die Köpfe zweier Doppelspermien, oder eines Doppel- und eines Drillingsspermatosoms oder mehrere Doppelspermien zusammengehalten, so dass vier-, fünf-, sechs- und mehrschwänzige Gebilde im Präparat herumschwammen.

Drillingsspermatozoen fand ich nur bei den Colymbetes-Arten. Auch im Receptaculum seminis der Weibchen traf ich einige wenige Male noch solche an. Diese Drillingsspermatozoen dürfen aber nicht ver-

[1] Nachträglicher Zusatz: Dies sind die Spermozeugmen erster Ordnung. Siehe hierüber den Nachtrag am Schlusse dieser Arbeit.

[2] Ich wähle die Bezeichnung »Drillingsspermatozoen«, weil sich ein anderes passenderes Wort im Deutschen nicht recht findet, betone aber zugleich, dass auch hier sich die drei Samenkörper erst nach ziemlich vollendeter Ausbildung vereinigen, nicht etwa sich von vorn herein zu dritt gleichmäßig anlegen und ausbilden.

wechselt werden mit Zusammenlagerungen, wie ich sie einige Male im Receptaculum seminis (siehe Fig. 14 auf Taf. XXIII) wahrnahm. Hier hatte sich der Kopfanhang des zweiten Samenkörpers mit seiner Konkavität um die Geißel des ersten und eben so der dritte um die Geißel des zweiten herumgelegt und in einander geschoben. Jedenfalls stehen diese übrigens nur sehr selten zur Beobachtung kommenden Vereinigungen im Zusammenhang mit den von mir im Receptaculum aufgefundenen Spermozeugmen, worauf ich noch zurückkommen werde.

Wiederum abweichend verhalten sich die Dyticus-Arten. Besonders eingehend habe ich Dyticus marginalis untersucht; aber auch bei den anderen Dyticus-Arten fand ich, von geringfügigen Größendifferenzen im Einzelnen abgesehen, ganz ähnliche Verhältnisse.

Zunächst fällt auf, dass die Samenkörper dieser Gattung enorm lang sind, circa 1,06 mm, ein Umstand, der die Untersuchung der feineren Bauverhältnisse der Geißel sehr erschwert. Die Masse der Geißel steht daher in einem sehr auffälligen Gegensatz zu dem kleinen, dünnen, schmalen Kopfe, der nur 0,011 mm lang ist (Fig. 1 und 2, 9—13 auf Taf. XXIII, wo die Geißeln eigentlich noch zu kurz gezeichnet sind). Die Sonderung in einen vorderen kleinen und hinteren größeren Abschnitt ist sehr deutlich ausgeprägt und sofort in die Augen springend. Der vordere Theil ist in einer Länge von etwa 0,080—0,090 mm meist gerade ausgestreckt (Fig. 9, 10, 11, 13 auf Taf. XXIII, Fig. 52 auf Taf. XXVI), bisweilen etwas gebogen (Fig. 1, 2 und 11), niemals aber spiralig eingerollt, wie der hintere Abschnitt. Hat sich die Geißel, wie es im frischen Präparat bisweilen beobachtet wird, in eine flache Spirale zusammengelegt (Fig. 10—13), so ragt das Anfangsstück doch immer gerade hervor. Ferner ist dieses Stück stark abgeplattet und wesentlich breiter, als der spiralig eingerollte Geißeltheil. Sodann erkennt man bei Untersuchung mit starken Systemen in dem frischen, in physiologischer Kochsalzlösung untersuchten Präparat, wie bei Hydaticus und Acilius, nur vorn ein sehr deutliches, auffälliges Flimmerphänomen. Äußerst zierliche, kleine, krausenförmige Einbiegungen eines schmalen Saumes laufen in rascher Folge wie kleine Ruderplättchen von vorn nach hinten an dem sonst gewöhnlich regungslos bleibenden Geißelstück herab, um nach hinten hin immer kleiner und undeutlicher zu werden und schließlich an dem hinteren Ende des vorderen Abschnittes, wie es scheint, ganz zu verschwinden (Fig. 52 auf Taf. XXVI; in den Figuren der Taf. XXIII ist dieser Flimmersaum nicht gezeichnet). (Siehe auch unten p. 477 unter Bewegung.) Ist die Flimmerbewegung erloschen, so sieht man schon an dem ungefärbten Präparat bei günstiger Lage des Objektes, dass neben der geraden Geißel ein breiterer Saum

von vorn nach hinten herabzieht. Der Rand des abgestorbenen Saumes ist meist krausenartig umgebogen (Fig. 52 und 53). Stellt man ihn in Kantenansicht ein, so erscheint das Anfangsstück der Geißel wellenförmig gebogen (Fig. 54 und z. Th. Fig. 51 und 53 auf Taf. XXVI). Seltener ist der Rand des Saumes gerade gestreckt (Fig. 47). Alsdann stellt man schon an dem frischen, ungefärbten Präparat fest, dass der Saum noch von einem schmalen, hellen, saumartigen Streifen überragt wird (*S* in Fig. 47). Deutlicher werden diese Verhältnisse, wenn die mit Gentianaviolett gefärbten Präparate mehrere Tage in Wasser unter dem Deckglase gelegen und sich wieder in der oben geschilderten Weise den Glasflächen angelagert haben. Man sieht dann, dass neben dem geraden, dickeren Geißelrande ein entweder gerader oder, wie es häufiger gefunden wird, in zierliche, wellenförmige Biegungen gelegter Faden herunterläuft, der seinerseits wieder von einem sehr zarten, schwach gefärbten Saume (*S*) überragt wird (Fig. 46 auf Taf. XXVI). Der letztere wird gegen das hintere Ende des Vorderabschnittes immer schmaler, um schließlich ganz aufzuhören. Wir haben demnach hier genau dieselben Verhältnisse, wie bei Hydaticus, Graphoderes und Acilius, nur etwas feiner und schwieriger wahrnehmbar. Damit stimmen auch die Resultate überein, welche man bei Maceration der Samenkörper in Kochsalzlösungen unter dem Deckglase erhält. Besonders möchte ich hierzu den Inhalt des Receptaculum seminis empfehlen, weil hier oft schon ein Zerfall eingeleitet ist[1]. Man findet in den Macerationen nicht selten den Saum, wie bei Hydaticus, abgelöst und nur noch im Zusammenhange mit dem vordersten Geißelende; sein hinteres Ende läuft in eine feine Spitze aus (*S* in Fig. 55 und 56). Der übrige Theil der Geißel zerfällt häufig in seine drei Hauptfasern (Saumfaser *Sf*, Mittelfaser *Mf* und Randfaser *Rf* in den Figuren 55 und 56), welche die ganze lange Geißel von Anfang bis zu Ende kontinuirlich durchsetzen. Nicht selten ist ein Zerfall in mehrere Fasern (vgl. Fig. 55 nach einem frisch untersuchten, ungefärbten Präparat aus dem Receptaculum seminis). Ja, ich sah in guten Macerationen einzelne Geißelabschnitte in feinere und feinste Fäden buchstäblich aufgelöst.

Der größere, hintere, spiralig eingerollte Geißelabschnitt ist schmal und leicht abgeplattet. Sein hinterstes Ende läuft in eine feine Spitze aus, ohne dass ein deutlich abgesetztes Endstück zur Ausbildung käme.

[1] Man trifft im Receptaculum meist viele isolirte Theilfäden, die nicht selten in enge Spiralen zusammengeschnurrt sind; auch isolirte Elementarfibrillen werden nicht vermisst. Je länger das Sperma im Receptaculum liegt, um so mehr Samenkörper scheinen innerhalb desselben einer Art physiologischer Maceration zu verfallen.

Auch das vorderste Ende der Geißel endigt in einer sehr feinen, borstenförmigen Spitze, wie man an kopflosen Geißeln sieht; diese Spitze ist länger, wie bei Acilius.

Am auffälligsten und von Hydaticus sehr abweichend ist der Kopf bei Dyticus gestaltet; er gleicht in seiner Form etwa der Klinge eines kurzen Tischmessers. Dem entsprechend ist er sehr abgeplattet und vorn nur wenig zugespitzt. Der eine gegen die Seite des zarten Geißelsaumes hin gerichtete Rand ist sehr dünn, fein zugeschärft und gerade. Der andere Rand ist gleichfalls gerade, aber verdickt. Nach hinten geht er direkt über in einen schlanken, borstenförmigen, nach der einen Kopffläche hin gekrümmten Widerhaken, welcher mit feiner Spitze frei endigt. Dieser Widerhaken ist bei Dyticus marginalis ziemlich lang, fast halb so lang, als der ganze Kopf, bei anderen Arten etwas kürzer. Von dem verdickten Kopfrande erhebt sich nun aber noch ein schmaler, saumartiger Rand, welcher vorn wenig ausgebildet ist, nach hinten hin aber etwas höher wird, immerhin aber nur niedrig bleibt. Durch diese schmale, dünne Erhebung wird eine Art Falz gebildet, welcher jedenfalls für die gegenseitige Verbindung der Köpfe von Bedeutung ist. Von dem Vorhandensein dieser Erhebung überzeugt man sich am besten an isolirten, von der Fläche gesehenen, platt liegenden Köpfen, besonders nach Färbung. Blickt man vertikal auf die Erhebung, so erscheint der betreffende Kopfrand nur intensiver gefärbt und setzt sich direkt in den Widerhaken fort. Lagert sich der Kopf aber so, dass man in die Konkavität des Falzes hineinsieht, so wird eine niedrige Kante im hinteren Bereiche des Kopfes sichtbar, welche gegen den Ansatz des Widerhakens hin schräg abgestutzt ist, ähnlich, wie auch der hintere Rand des Kopfes. Bei Kantenansicht bilden die Köpfe schmale dunkle Linien; meist sind sie nach der einen Fläche hin etwas gekrümmt (Fig. 56). Ist die Kantenstellung des Kopfes keine vollkommene, so giebt sich die abgeplattete Gestalt des Kopfes in Form eines hellen, undeutlichen Saumes optisch kund (Fig. 56). Schließlich sei noch bemerkt, dass bei Tinktion die Schneide des messerförmigen Kopfes oft weniger gefärbt blieb und dann bei Flächenansicht als schmaler heller Streifen erschien (Fig. 50).

Der erwähnte Widerhaken ist bei Dyticus schon von Eimer[1] gesehen worden. Die betreffende Stelle in den 1874 erschienenen Untersuchungen dieses Forschers lautet (l. c. p. 105)[1]: »Unter den Wirbellosen ließ sich am vorderen, dickeren Abschnitt der dem Hoden entnommenen Samenfäden von Dyticus marginalis, in einzelnen Fällen außerordentlich

[1] Th. Eimer, Untersuchungen über den Bau und die Bewegung der Samenfäden. Verhandlungen der physik.-medic. Gesellschaft in Würzburg. Neue Folge. Bd. VI. 1874.

schön ausgesprochen, eine Differenzirung in abwechselnd auf einander folgende, dunkle und helle quadratische Theilchen wie an einer quergestreiften Muskelprimitivfibrille erkennen, wodurch ein Bild entstand, ähnlich dem durch die Gliederung der Wirbelthierspermatozoen hervorgerufenen. Doch dürfen beide Dinge offenbar nicht ohne Weiteres zusammengeworfen werden. Abgesehen davon, dass die hellen Abschnitte nicht leere Zwischenräume waren, sondern aus einer glänzenden Substanz bestanden, war das Ganze von einer äußerst feinen Membran eingeschlossen. Und endlich ist dieser Theil dem Mittelstück der Samenfäden der Säugethiere wohl gar nicht homolog. — Hinten trägt derselbe, wie aus der Figur ersichtlich ist, ein nach hinten und seitlich abstehendes Widerhäkchen. Nach vorn geht er in eine Spitze aus, welche ein homogenes Aussehen zeigt.«

Im Übrigen weiß ich nicht so recht, was ich mit dieser Schilderung EIMER's anfangen soll. Man könnte geneigt sein, die »Differenzirung in abwechselnd auf einander folgende, dunkle und helle, quadratische Theilchen, wie an einer quergestreiften Muskelprimitivfibrille«, welche »in einzelnen Fällen außerordentlich schön ausgesprochen war«, auf das Flimmerphänomen und die krausenförmigen Saumeinbiegungen zu beziehen. Dagegen spricht aber die Lage des Widerhakens, welcher in den Abbildungen h i n t e r der quergestreiften Stelle gezeichnet ist. Ich habe nun bei Dyticus einige Male eine zierliche Kräuselung des einen oder beider Kopfränder gesehen, so dass wohl eine Querstreifung vorgetäuscht werden könnte. Auch fand ich im abgestorbenen Sperma aus dem Vas deferens und Receptaculum solcher Thiere, die längere Zeit in der Gefangenschaft gehalten waren, an den Köpfen oft kleine, stark lichtbrechende Tröpfchen in einer Reihe angeordnet, was wohl als Degenerationserscheinung aufzufassen ist. Ich halte es für das Wahrscheinlichste, dass EIMER solche degenerirte, mit Tröpfchen besetzte Köpfe Anlass zu der Täuschung gegeben haben.

Die Köpfe je zweier Einzelspermatozoen sind nun in der Weise mit einander kopulirt (Fig. 52 auf Taf. XXVI), dass sie mit zwei Flächen auf einander liegen und bis auf die unteren Theile der dickeren Seitenränder zur Deckung kommen. Dabei legen sich die scharfen Kopfränder wechselseitig in die Falzrinne hinein. Die Ränder der kopulirten Köpfe verlaufen nun nicht parallel, sondern konvergiren ein wenig nach vorn hin, so dass die vorderen Spitzen sich wohl meist ein wenig kreuzen. Wenigstens habe ich des öftern eine Kreuzung der Spitzen auf das deutlichste wahrgenommen. (In der Abbildung Fig. 52 ist diese Kreuzung nicht angegeben.) Die beiden Widerhaken scheinen sich bei der Kopulation fest zu verklammern (Fig. 51—53).

Die Verkuppelung ist auch hier eine ziemlich feste und löst sich zuerst im unteren Theile des Doppelkopfes. Aus einander gezerrte Köpfe, die nur noch mit ihren Spitzen zusammenhängen, trifft man nicht selten an. Isolirte Doppelköpfe ohne Geißel, deren Elemente noch fest zusammenhängen, werden im Receptaculum auch häufig gefunden. Diese feste Vereinigung wäre hier noch weniger, als bei Hydaticus denkbar, wenn nicht eine Kittsubstanz die beiden Köpfe mit einander verklebte. In der That sieht man bei Kantenansicht der Doppelköpfe zwischen den beiden Kopflinien einen hellen, jedenfalls von einer Kittmasse ausgefüllten Raum (Fig. 51 und 53). Vielleicht wird die Klebemasse auch hier mit geliefert von dem dunklen Spitzenknopf, der Anfangs der Spitze der Doppelköpfe noch aufsitzt, um dann allmählich zu verschwinden (Fig. 51).

Es wäre nun wichtig, zu wissen, wie und wo die Vereinigung der Elemente zu Stande kommt und welche Bedeutung ihr beizumessen ist. Leider habe ich über diese Punkte noch keine eingehenden Untersuchungen anstellen können[1]. Das Thatsächliche, was ich gelegentlich der Ermittelungen über die Struktur der Samenkörper auffand, ist Folgendes.

Man könnte von vorn herein geneigt sein, für das Wahrscheinlichste zu halten, dass die Vereinigung der beiden Spermatosomen genetisch schon sehr früh erfolgt und die beiden Elemente gewissermaßen als Zwillingszellen zur Ausbildung kommen. Dem ist aber nicht so. Ich habe daher in meiner ersten Publikation 1886 auch die Bezeichnung »Doppelspermatozoen« mit Absicht gewählt. Wie überall, so entwickelt sich auch bei den Dyticiden jeder Samenkörper aus einem einzelnen Spermocyten. Die Spermocyten werden, wie bei den Insekten überhaupt, in größerer Anzahl von zelligen Spermocysten umschlossen und gelangen darin zur Weiterentwicklung. Zerzupft man den hinteren Theil des Hodens eines Schwimmkäfers, so liegen die Spermatiden gruppenweise, entsprechend den einzelnen ausgewachsenen Cysten, mit den Köpfen zusammen und zwar befinden sich, wie bekannt, alle Elemente einer Cyste stets in der gleichen Entwicklungsphase. Wachsen die Spermatiden länger aus, so lockert sich der Zusammenhang der Elemente in den Bündeln, so dass die Samenkörper im Anfangsstück des Vas deferens ohne bestimmte Anordnung neben einander liegen. Hier trifft man stets nur völlig isolirte Samenkörper an. Erst im oberen Theile des zu einem Knäuel nebenhodenartig zusammengewundenen Vas deferens findet an wechselnder Stelle ihre paarweise Vereinigung statt, so dass gewöhnlich im mittleren Bereiche des Ausführungsganges fast alle Elemente kopulirt sind. Das hintere Endstück des Vas deferens

[1] Siehe den Nachtrag am Schlusse dieser Abhandlung.

ist daher mit Unmengen von Doppelspermien erfüllt, während einzelne Samenkörper hier nur selten sind. Wiederholt habe ich aber auch die Beobachtung gemacht, besonders bei Dyticus, dass sich, je weiter gegen das Ende hin, um so mehr der Zusammenhang wieder lockerte; in der Endstrecke des Vas deferens traf ich daher die meisten, wenn nicht alle Samenkörper wieder getrennt an. Bei Männchen, welche längere Zeit in der Gefangenschaft gehalten waren, fanden sich im Verlaufe des ganzen Vas deferens nur noch Einzelspermien, wohl aus dem Grunde, weil sich die kopulirten Samenkörper bereits alle wieder von einander getrennt hatten. Die Trennung erfolgt je nach den Gattungen verschieden leicht und hängt wohl ab von dem Grade der Festigkeit, mit welcher die Köpfe kopulirt sind. So tritt bei Dyticus leichter und früher eine Trennung ein als bei Hydaticus, Graphoderes und Acilius, weil bei letzteren die Köpfe, wie wir gesehen haben, fester mit einander verbunden sind.

Hiermit steht auch der Befund im Receptaculum seminis der Weibchen im Einklang, von denen ich eine große Anzahl, mindestens einige 50 Exemplare aller Gattungen, untersucht habe. Auch hier machte ich die Beobachtung, dass je länger das Sperma lagert, um so weniger Doppelspermatozoen angetroffen werden. Bei einer großen Anzahl von Weibchen, besonders solchen, die längere Zeit in der Gefangenschaft gelebt hatten, fand ich nur einzelne Samenkörper, kein einziges Doppelspermatosom mehr. Dies war besonders bei Dyticus der Fall. Bei anderen Weibchen wurden im Receptaculum Doppelspermatozoen, aber nur vereinzelt, angetroffen, z. B. nicht selten bei Dyticus, wo hier und da die Doppelgebilde auch noch in größerer Zahl gefunden wurden. In der Mehrzahl der Fälle wurde der Inhalt des Receptaculums zu gleichen Theilen oder auch ganz vorherrschend, ja fast ausschließlich von Doppelspermien gebildet. Dies gilt besonders für Hydaticus und Acilius, wohl wieder aus dem Grunde, weil hier die Köpfe fester mit einander verbunden sind. Auch der Zeitpunkt der Paarung spielt hier mit. Andererseits bestand auch bei diesen Arten das reichliche Sperma der Samentasche in einzelnen Fällen wieder ganz ausschließlich aus Einzelspermatozoen.

Das Vorkommen von Drillingsspermatozoen bei Colymbetes wurde oben schon erwähnt.

Über die Bedeutung des Kopulationsaktes vermag ich nichts Bestimmtes zu sagen. Jedenfalls ist mir nicht aufgefallen, dass die Samenkörper durch diesen Akt morphologische Veränderungen erleiden. Wie mir scheint, sind die Doppelspermien der Dyticiden auf gleiche Stufe zu stellen mit den Zusammenjochungen zahlreicher Spermatozoen zu mehr-

schwänzigen, von mir als »Spermatozeugmen« bezeichneten[1] Gebilden, wie sie zuerst von v. SIEBOLD bei den Heuschrecken entdeckt wurden und bei den Insekten in mannigfachsten Formen mehrfach beobachtet werden[1]. Allerdings kommen bei Colymbetes außerdem noch regelmäßige Vereinigungen zahlreicher Samenkörper[2] vor. Ich fand nämlich bei diesem Schwimmkäfer im Sperma des Receptaculum seminis einer Anzahl Weibchen außer Einzelspermien regelmäßige Zusammenlagerungen von Samenkörpern, die als »Spermozeugmen« aufzufassen sind. Ich sah, dass sich die einzelnen Samenkörper, deren Kopulation schon gelöst war, mit den Köpfen hinter einander gelagert hatten und zwar derart, dass die Kopfspitze eines hinteren Samenkörpers sich jedes Mal in die tütenförmige Kopfhöhlung des nächstvorderen eingebohrt hatte (siehe Fig. 16 auf Taf. XXIII nach einem mit Gentianaviolett gefärbten Präparate). So sind längere, nadelförmige, gegliederte, meist etwas geschlängelte Gebilde entstanden, aus denen die Geißeln schopfförmig hervorragen (Fig. 15 und 16 auf Taf. XXIII). In dieser Weise waren gewöhnlich sechs bis neun, bisweilen mehr oder auch weniger Samenkörper mit einander verbunden. Durch die lebhaft schlagenden und flimmernden Bewegungen der Geißeln wurden die Gebilde mit der Spitze des vordersten Kopfes voran lebhaft und ziemlich geradlinig vorwärts getrieben. Zufällig können diese Zusammenlagerungen nicht sein, da ich sie sehr oft und sehr zahlreich angetroffen habe. Allerdings fand ich sie nur im Receptaculum seminis, das Vas deferens habe ich auf ihr Vorkommen nicht speciell untersucht[2]. Jedenfalls dient, wie mir scheint, diese Vereinigung der Samenkörper zu Spermozeugmen hier in erster Linie dazu, einen größeren und besseren Bewegungseffekt zu erzielen, da sich die einzelnen spiralig zusammengebogenen Samenkörper nur langsam vorwärts bewegen zu können scheinen. Immerhin bleiben diese Spermozeugmen bei Colymbetes in mancher Beziehung doch noch merkwürdig genug, z. B. wenn man sich vorstellt, dass bei der Befruchtung eine von diesen Kopfketten gegen die Mikropyle des Eies vordringt: eine Polyspermie des Eies erscheint dann ganz unvermeidlich.

Außer den auf p. 459 aufgeführten Species habe ich noch eine ganze Anzahl nicht näher bestimmter Arten der Gattungen Agabus und

[1] Vgl. hierüber diese Zeitschr. 1890. Bd. L. p. 383—386. Statt der Bezeichnung »Spermatozeugma« könnte man dem kürzeren Worte »Spermozeugma« den Vorzug geben. Für die besondere Spermozeugmaform der Doppelspermatozoen schlage ich die Bezeichnung »Spermosyzygie« vor (von ἡ συζυγία, das Zweigespann).

[2] Vgl. hierüber den Nachtrag am Schlusse dieser Abhandlung.

Ilybius untersucht, hier bei den Männchen aber nur Einzelspermien gefunden. Die Samenkörper dieser Gattungen sind sehr lang und anscheinend ohne vorderes Flimmerstück. Ich will aber die Möglichkeit nicht ausschließen, dass hier doch eine Kopulation zu Doppelspermien vorkommt.

Auch die Bewegungserscheinungen der Doppelspermatozoen haben viel Eigenartiges und wären eines näheren Studiums werth.

Mit Ausnahme des geraden Anfangsstückes (*v*) sind die Geißeln in Spiralen gebogen, was besonders auffällig an den langen Samenkörpern der Dyticus-Arten wird (Fig. 1, 2, 9—11 auf Taf. XXIII). Die Spiralen sind entweder lang ausgezogen (Fig. 1 und 2) oder enger zusammengelegt (Fig. 10, 12 und 13). Meist sind sie nicht so regelmäßig, wie in Fig. 9, häufig vielmehr, besonders bei erlöschender Bewegung, etwas wirr zusammengeknäuelt (Fig. 11). Nicht selten fand ich bei Dyticus die ganze lange Geißel zu einer sehr flachen Spirale ringförmig eingerollt; aus dem flimmernden Ringe sah nur das gerade Anfangsstück (*v*) und das letzte Geißelende hervor (Fig. 12 und 13).

Wenn man diese Spiralen nun ganz frisch in geeigneten indifferenten Flüssigkeiten (0,73%ige Kochsalzlösung, Bütschli's Eiweißlösung, Humor aqueus) untersucht, so sieht man, dass im Bereiche des hinteren Theils des Anfangsstückes und dicht dahinter in kurzen Pausen regelmäßige stärkere Einbiegungen der Geißeln erfolgen, die sich in der ganzen Länge der Geißeln wellenförmig fortpflanzen und zwar durch selbständige Kontraktion der einzelnen kleinsten Abschnitte. Hierdurch entsteht die schlagende, wogende Bewegung der Geißeln, die besonders auffällig wird, wenn eine größere Anzahl von Samenkörpern zusammenliegt.

Außer dieser gewissermaßen gröberen Bewegung besteht noch eine feinere flimmernde Bewegung. Kleinere Abschnitte der Geißel biegen sich nämlich schnell hinter einander ein, so dass ein flimmerndes Zittern der Geißel entsteht. Ist die Flimmerbewegung lebhaft im Gange, so sieht man bei schwacher Vergrößerung kaum etwas von ihr, da die Geißeln zwar undeutlich, aber doch geradlinig erscheinen (Fig. 1, 3, 4, 6—13). Auch diese Bewegung schreitet von vorn nach hinten hin vor und erstirbt gewöhnlich zuerst im vorderen Bereich der Geißel hinter dem Anfangsstück. Erst beim Absterben und der Verlangsamung der Flimmerbewegung erkennt man die kleinen Umbiegungen, so dass die Spirale mit kleinen Seitenfaltungen besetzt erscheint (Fig. 2 und 5 auf Taf. XXIII, Fig. 17 auf Taf. XXIV).

An dem geraden Vorderstück der Geißel tritt an die Stelle dieser

zweiten Form der Bewegung das Flimmerphänomen eines schön ausgebildeten Krausensaumes, der an die gerade, hier mehr starre Randfaser angeheftet ist; seine komplicirte Zusammensetzung haben wir oben ja kennen gelernt. Man sieht zierliche, kleine, krausenförmige Einbiegungen gleich Ruderplättchen von vorn nach hinten in schnellster Folge herabziehen. Nach hinten gegen das Ende des Vorderstückes werden sie niedriger und undeutlicher und gehen schließlich in ein unsicheres, undeutliches Flimmern über. Das Vorderstück der Geißel verhält sich bei den Dyticiden demnach ähnlich, wie es von mir bei Copris[1] gefunden wurde, nur dass bei dem letzteren Coleopter eine wohl charakterisirte Stützfaser vorhanden ist, die sich bei den Dyticiden nicht ausgebildet hat. Es liegt nun nahe, dieses Flimmerphänomen auf den von mir oben beschriebenen, zarten, leicht zur Ablösung kommenden Saum (*S* der Figuren) zu beziehen, zumal die sichtbare Flimmerung nur im Bereiche dieser Saumstrecke auftritt. Ob dies nun wirklich zutrifft oder ob der Saum nur passiv als eine Art Flossensaum durch die Kontraktionen der Saumfaser bewegt wird, was mir wahrscheinlicher erscheinen möchte, lasse ich dahin gestellt; jedenfalls ist die Saumfaser (*Sf* der Figuren) an dem Flimmerphänomen sehr wesentlich aktiv betheiligt.

Das zuletzt beschriebene Bewegungsphänomen fehlt an den Samenkörpern von Colymbetes, da hier kein besonderes Anfangsstück der Geißel zur Differenzirung gekommen ist. Trotzdem boten mir die Bewegungserscheinungen der Spermatozoen dieses Schwimmkäfers einen höchst eigenartigen Anblick dar.

Zerzupft man das Vas deferens eines brünstigen Männchens von Colymbetes in 0,75%iger Kochsalzlösung, so findet man die Samenkörper, wie oben schon beschrieben, meist zu größeren Bündeln[2] vereinigt.

Die kopulirten Köpfe sind neben einander in eine protoplasmatische Masse eingebettet, während die frei beweglichen Geißeln garbenartig neben einander liegen (Fig. 62 auf Taf. XXVI). Alle Samenkörper dieser Bündel befinden sich alsbald in lebhaftester Bewegung. Man sieht, dass hinter jedem Doppelkopfe zuckende, etwa halbkreisförmige Einbiegungen der Geißeln in regelmäßigem, nicht sehr schnellem Tempo erfolgen. Diese Kontraktionswellen rollen nun gewissermaßen an den Geißeln, in Folge successiver Kontraktion ihrer einzelnen Abschnitte, entlang und bleiben bis hinten hin von gleicher Größe und gleicher Fortpflanzungsgeschwindigkeit. Erst gegen die frei vorstehen-

[1] Diese Zeitschr. Bd. L. 1890. p. 369.

[2] Siehe den Nachtrag am Schlusse dieser Arbeit.

den, mehr gerade gestreckten Geißelenden werden sie etwas unregelmäßig. Die letzten Geißelenden bleiben geradlinig und werden nur unregelmäßig hin und her geworfen. Außer diesen Einbiegungen besteht noch die zitternde Flimmerbewegung. Das Auffälligste an der Erscheinung ist, dass alle die zahlreichen Geißeln eines Bündels sich ganz genau isochron einbiegen, so dass die Bewegung aller Geißeln in einem Bündel ganz gleichmäßig und sehr geordnet wird. Ein derartiges Bündel in Bewegung gleicht etwa einem sehr regelmäßig ausgekämmten Lockenschopf (Fig. 62 auf Taf. XXVI), die Bewegung selbst erinnert an einen gleichmäßig dahinfließenden Strom. Liegen nun im Gesichtsfelde, wie gewöhnlich, zahlreiche Bündel nach verschiedenen Richtungen hin neben einander, so gewähren die durch einander wogenden Ströme ein höchst eigenartiges Schauspiel. Bisweilen kommt etwas Unordnung in die Stromwellen eines Bündels. Alsdann verschwimmt sofort das bis dahin so regelmäßige, in ganzer Ausdehnung klar sichtbare Bild; statt dessen erscheinen überall die optischen Querschnittspunkte der sich bewegenden Geißeln. Nach kurzer Unterbrechung stellt sich aber bald die frühere Regelmäßigkeit wieder her. Aus dem Umstande, dass man alle Einbiegungen der Geißeln bei einer und derselben Einstellung selbst bei stärkerer Vergrößerung genau überblickt, geht wohl hervor, dass diese Einbiegungen ziemlich in einer Ebene erfolgen. Dies ist um so merkwürdiger, als die Einzelspermatozoen die Neigung haben, sich spiralig einzurollen.

Übrigens kann an den fest kopulirten Doppelspermien die Bewegung des einen Samenfadens bereits ganz erloschen sein, während der andere noch lebhafteste Bewegungen zeigt. An den Doppelspermien sind also die Bewegungen der beiden Samenkörper völlig unabhängig von einander.

Ferner kann das Flimmerphänomen der Geißel ohne die gröberen Einbiegungen für sich bestehen, eben so das Flimmerphänomen des Saumes am Vorderstück wieder ohne die beiden anderen Bewegungserscheinungen. Das Letztere wird sogar sehr häufig beobachtet. So zeigten z. B. die in Fig. 6 und 7 der Taf. XXIII abgebildeten Doppelspermien aus dem Receptaculum seminis von Acilius sulcatus, welche in physiologischer Kochsalzlösung untersucht wurden, nur die Flimmerbewegung des Saumes. Auch kopflose Geißeln sah ich in lebhafter Bewegung.

Im Einzelnen gelten für die Kontraktionserscheinungen auch hier dieselben Gesetze, welche ich für die Bewegungsphänomene der Samenkörper der anderen Insekten früher aufgestellt habe[1].

[1] Siehe diese Zeitschr. Bd. L. 1890. Abschnitt C. Bewegung der Spermatozoen. p. 386—397.

Die Doppelspermatozoen der Dyticiden haben vor nicht langer Zeit eine Parallele gefunden bei einer sehr entfernten Thiergruppe, nämlich den Beutelthieren, durch die Beobachtungen von SELENKA, welcher bei Didelphys Virginiana gleichfalls regelmäßige paarweise Vereinigungen der Samenkörper, wirkliche Spermosyzygien, aufgefunden hat. Hier scheint die Verkuppelung lediglich den Zweck zu haben, die lokomotive Leistungsfähigkeit der Samenkörper behufs Auffindung des Eies zu erhöhen. SELENKA[1] beschreibt die »Zwillingsspermatozoen« folgendermaßen (l. c. p. 106 und 107):

»Die Spermatozoen haben eine ganz sonderbare Gestalt, welche indessen ihrer Bestimmung vortrefflich angepasst erscheint. Je zwei Spermazellen sind derartig mit einander verbunden, dass sie sich in ihrer Vorwärtsbewegung unterstützen müssen. Zuvorderst liegt ein Bügel, der beiderseits nach hinten in eine Spitze ausläuft; zwischen seinen Schenkeln ist eine dünnere Platte ausgespannt, in der nach innen zu die Kerne liegen, während nach hinten zwei etwas abgeplattete Stäbchen, die Schwanzwurzeln, eingefügt sind, als deren dünnere Verlängerung die Schwanzfäden erscheinen. Schwanzwurzeln und Schwanzfäden zeigen unter der Tauchlinse deutliche Querstreifung. Vor den Kernen erkannte ich meistens noch einige Verdickungen, deren Form und Lage aber variirt. Die Bewegung der dem Weibchen kurz nach dem Begattungsakt entnommenen Spermatozoen ist ein rapides, gleichmäßiges Vorwärtsschießen; dies wird, wie es scheint, hauptsächlich bewirkt durch die Vibration der Schwanzwurzeln[2]. Die Schwanzfäden gerathen hierdurch in Schwingungen, ähnlich denen, wie sie die Zinken einer tönenden Stimmgabel ausführen. Ich glaubte Anfangs vier Schwanzfäden zu sehen; sobald aber die Bewegung nach etwa einer halben bis zwei Stunden sich verlangsamte, gewahrte ich den Irrthum. Die Schwingungen gehen allmählich über in peitschenartige Schlängelungen, werden unregelmäßig und endlich reißt die Zwillingszelle in der Mitte aus einander. Diese Durchreißung geschieht manchmal aber auch bei den in sehr lebhafter Bewegung begriffenen Spermatozoen, außerdem traf ich regelmäßig auch in dem frisch ejakulirten Spermaschleim viele solche vereinzelte Zellen, die sich aber nicht geradlinig, wie die Zwillingszellen, sondern in großen Kreisen fortbewegten. Wenn allmählich die

[1] E. SELENKA, Studien über Entwicklungsgeschichte der Thiere. Viertes Heft. Das Opossum (Didelphys Virginiana). Wiesbaden 1887. p. 106 u. 107. Taf. XIX, Fig. 7—10.

[2] Diese Bemerkung SELENKA's erscheint mir nicht richtig. Jedenfalls wird sich hier die ganze Geißel wohl eben so aktiv bewegen, wie bei den ähnlich vibrirenden Samenkörpern der Singvögel. Siehe hierüber Archiv für mikr. Anat. Bd. XXXII. p. 452.

Bewegung der isolirten Zellen langsamer geworden, geht sie über in eine stoßende und bohrende.

Diese successiven Veränderungen können eine Vorstellung geben von der Art, wie die Spermatozoen bis zum Oviducte gelangen und wie die Befruchtung geschehen mag. Der zurückzulegende Weg ist lang, mehrfach gebogen und winklig geknickt; die Zwillingszellen werden aber durch die energische Vibration ihrer Schwänzchen vorwärts getrieben, indem die spitzen, nach hinten gerichteten Enden des Bügels zugleich eine Rückwärtsbewegung verhindern, sobald dieselben mit der Schleimhaut der weiblichen Leitungswege in Berührung stehen, was ja wahrscheinlich dauernd der Fall sein wird. Wenn das Ende des Weges erreicht ist, trennen sich vermuthlich die Doppelzellen, und jedes einzelne Spermatozoon durchkreist den Oviduct, um schließlich durch die stoßenden und bohrenden Bewegungen ins Eiinnere zu gelangen.«

Die Form des »Bügels« erinnert an den von mir oben beschriebenen Kopfanhang bestimmter Dyticiden; besonders an dem isolirten Spermatozoenkopf von Didelphys wird diese Ähnlichkeit sehr auffällig (vgl. Fig. 10 auf Taf. XIX der Arbeit von Selenka). Spermatogenetische Untersuchungen müssten feststellen, ob homologe Bildungen vorliegen und ob auch bei Didelphys eine nachträgliche Kopulation der Elemente stattfindet oder ob hier beide Zellen von Anfang an paarig als Zwillingsgebilde entstehen.

Zum Schluss will ich noch auf die Mittheilungen eingehen, welche L. Auerbach neulich über das Vorkommen der Doppelspermien im Vas deferens von Dyticus marginalis gemacht hat[1], freilich ohne meine frühere Publikation[2] zu berücksichtigen. Ich sah mich daher gezwungen, meine Priorität zu wahren,[3] was von Auerbach denn auch sogleich anerkannt wurde[4]. Die Mittheilungen des genannten Forschers betreffen die Form, die Bewegungserscheinungen und das Vorkommen der Doppelspermatozoen bei Dyticus. Seine thatsächlichen Beobachtungen sind sehr eingehend und im Allgemeinen zutreffend. In einigen wesentlichen Punkten bin ich indessen zu anderen Resultaten gekommen und möchte ich hierauf etwas näher eingehen.

[1] L. Auerbach, Über merkwürdige Vorgänge am Sperma von Dyticus marginalis. Sitzungsberichte er Königl. Preuß. Akademie der Wissenschaften zu Berlin Sitzung der physik.-mathem. Klasse vom 23. März 1893. Bd. XVI. p. 185—203.

[2] E. Ballowitz, Zur Lehre von der Struktur der Spermatozoen. Anat. Anz. 1. Jahrg. 1886. Nr. 14. p. 374.

[3] Anat. Anz. vom 8. Juni 1893. p. 505.

[4] Ebendort, Nr. 18 u. 19 vom 5. August 1893. p. 627.

Auch Auerbach vergleicht den Kopf der Samenkörper von Dyticus mit der Form einer Messerklinge, deren hinterer Rand aber nicht »genau quer« verläuft, sondern schräg abgestutzt ist, wie ein Blick auf die Figuren 48—50 meiner Taf. XXVI A zeigt. Die rechte[1] Seite der Klinge soll aber »gleichsam hohl geschliffen, wie ein Rasirmesser, also querkonkav sein, während die linke Seite im Gegentheil quer gewölbt ist«. Ich muss gestehen, dass mir diese »Querkonkavität« der einen Seite, die besonders vorn ausgeprägt sein soll, an den völlig ausgebildeten Spermatosomen nicht aufgefallen ist, will damit aber nicht bestreiten, dass nicht doch eine ganz geringe Krümmung der Quere nach bestehen könnte, da ich nicht speciell daraufhin untersucht habe. Indessen scheint es mir, dass Auerbach wohl hauptsächlich die rinnenartige Vertiefung meint, welche durch die schmale falzartige Erhebung des einen (seines dorsalen) Kopfrandes entsteht. Diese Vertiefung findet sich aber mehr im hinteren Bereiche des Kopfes und nicht vorn, wo mir der Kopf plan zu sein schien (vgl. oben meine Schilderung und die Abbildungen auf meiner Taf. XXVI). Auerbach erwähnt diese Erhebung und ihren hinteren, schräg abgestutzten Rand gar nicht. Indessen deutet wohl die eine Bemerkung, dass an den ausgebildeten Samenkörpern »die dickste Stelle der Ankerwurzel wie von zwei dünnhäutigen Flügeln eingefasst wird«, darauf hin. Auch scheint mir aus Auerbach's etwas umständlicher Schilderung des Ansatzes der »Ankerwurzel« hervorzugehen, dass wir Beide im Grunde dasselbe meinen. Dort heißt es (l. c. p. 189): »Es erhebt sich nämlich an der hinteren Hälfte der rechtsseitigen querkonkaven Fläche des Kopfes eine Längsrippe als hervorragende Leiste, neben der Mittellinie, nämlich etwas näher dem dorsalen als dem ventralen Rande und von ersterem nach hinten hin etwas divergirend. In der Mittelgegend des Kopfes beginnend, wird sie bis zur Basallinie hin breiter und höher und wächst dann über diese hinaus nach hinten hin als ein freier, der rechten Seite der Schwanzwurzel lose anliegender, einem steifen schlank zugespitzten Haare ähnlicher Fortsatz.« Das Hervorwachsen des Fortsatzes soll eine »Verdünnung des Dorsalrandes am Basaltheile zur Folge haben, während in dem übrigen größeren Theile seiner Länge der Kopf den dicken Dorsalrand und keilförmigen Querschnitt beibehält«. Der »verdünnte Theil des Dorsalrandes« würde demnach meiner saumartigen Erhebung entsprechen, während ich von dem Begriff einer »Anker-

[1] Auerbach fasst diese Spermien als »bilaterale Gebilde« auf und unterscheidet an ihnen einen »Dorsalrand« und »Ventralrand«, eine rechte und eine linke Seitenfläche.

wurzel« absehe und diesen Theil als verdickten unteren Abschnitt des einen Kopfrandes auffasse, der direkt in den Widerhaken übergeht.

Den Widerhaken bezeichnet Auerbach ganz treffend als »Anker«, damit seine Bedeutung für die Verklammerung der Köpfe andeutend. Es sei daran erinnert, dass dieser Ankerhaken schon von Eimer beschrieben und abgebildet ist (siehe oben p. 472), was Auerbach entgangen zu sein scheint.

Über die Bedeutung des Ankerhakens stellt Auerbach einige Vermuthungen an, indem er sagt (l. c. p. 190, Anm.): »Ich habe in den von Ballowitz über das Coleopterensperma bekannt gegebenen Beobachtungen nach einer meinem Anker homologen Bildung gesucht. Zuerst glaubte ich, eine solche in seiner bei Hydrophilus und Cetonia beschriebenen »Wimpelfaser« zu finden, die jedoch nach seinen genauen Angaben nur ein Theilfaden des Schwanzes ist. Eher könnte der von ihm am Kopf von Copris lunaris, und zwar nur bei dieser Species beobachtete »Nebenstreif« in Betracht kommen, obwohl nur bei Kantenstellung meines Objekts einige Ähnlichkeit und auch dann nur mit dem macerirten Copris-Spermium hervortritt, auch sonst noch Verschiedenheiten von Belang bemerklich sind.« An die von mir beschriebene »Wimpelfaser« ist hier nicht zu denken. Meiner Ansicht nach stellt der Ankerhaken von Dyticus ein eigenthümlich umgebildetes Rudiment des großen Kopfanhanges dar, welchen ich als eine Bildung sui generis an den Spermatozoenköpfen von Hydaticus, Graphoderes und Acilius oben beschrieben habe. Genaue entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen müssten hierüber entscheiden, eben so wie darüber, ob der von mir bei Copris lunaris aufgefundene Nebenstreif ein gleichwerthiges Gebilde darstellt.

In Betreff der Geißel erwähnt Auerbach nur den Unterschied zwischen dem vorderen und hinteren Abschnitt; den ersteren vergleicht er mit dem Mittelstücke der Vertebratenspermien und bezeichnet ihn als »Schwanzwurzel«. Auffällig erscheint mir, dass ihre »krausenartige Faltung« nur als »gelegentlich auftretend« bezeichnet wird, während an dem frischen Objekt doch gerade hier der Flimmerschlag am regelmäßigsten zu beobachten ist. Überhaupt scheint Auerbach das konstante Flimmerphänomen des Saumes an der »Schwanzwurzel« nicht gesehen zu haben, wenn nicht die Bemerkung (l. c. p. 10), dass »man seltener an diesem Anfangstheil des Schwanzes eine schlängelnde Bewegung in flachen Biegungen und in gemächlichem Tempo sieht«, darauf Bezug hat. Ein »gemächliches Tempo« tritt aber nur bei absterbender Bewegung ein. Im Übrigen hat Auerbach die anderen beiden Bewegungsformen richtig erkannt. Die von Auerbach erwähnten »Nutationen« sind

indessen jedenfalls nur passive, durch Hebelwirkung bei Entstehung der gröberen Kontraktionen am Vorderstück der Geißel bedingte Erscheinungen.

Die Schilderung der Art und Weise, wie die Köpfe mit einander kopulirt sind, finde ich zutreffend. Nicht aber habe ich gesehen — ich betone dies ausdrücklich —, dass auch die »Schwanzwurzeln« kopulirt sind und »auf ungefähr die ersten zwei Drittel ihrer Länge zur theilweisen Deckung« kommen, wie es von AUERBACH angegeben wird. »Auf der Höhe des Paarungsaktes« fand ich vielmehr in den frischen Zupfpräparaten die »Schwanzwurzeln« stets frei und ihren nach innen gelegenen Flimmersaum in lebhaftester Bewegung.

Nach der »Dejugation« der Doppelspermien fand AUERBACH eben so wenig wie ich wesentliche morphologische Veränderungen an den getrennten Einzelspermien.

In einem wichtigen Punkte muss ich AUERBACH widersprechen. Während der genannte Forscher mit Recht begründet, dass die Konjugation erst im zusammengeknäuelten Vas deferens stattfindet, ist die Behauptung nicht richtig, dass »in der allerletzten Endstrecke des Nebenhodenschlauches und eben so im Receptaculum des Weibchens sich wieder nur Einzelspermien in unregelmäßiger Durchwirrung finden«. Aus meinen oben mitgetheilten Untersuchungen geht hervor, dass dies, besonders bei Dyticus, in einer großen Zahl der Fälle ja zutrifft. Ich habe aber auch sehr häufig in der Endstrecke des Vas deferens sowohl, wie im Receptaculum seminis des Weibchens sehr zahlreiche Doppelspermien, häufig sogar fast ausschließlich, angetroffen.

Die Bedeutung der Vereinigung sieht AUERBACH in einem während der Konjugation erfolgenden (aber nicht nachweisbaren) Stoffaustausch zwischen den verbundenen Köpfen, eine Hypothese, auf welche ich nicht weiter eingehen will. Als Zweck des Stoffaustausches wird »ein Ausgleich etwaiger Verschiedenheiten der Mischung und damit auch der vererblichen Qualitäten, als ein Mittel, die Variabilität einzuschränken«, angesehen. Zur Stütze dieser Hypothese zieht AUERBACH die bei den Insekten zur Beobachtung kommenden Spermozeugmen heran, welche nach ihm dem gleichen Zwecke dienen sollen. Allerdings macht AUERBACH sich selbst den Einwand (l. c. p. 202), dass »die Konjugation im Nebenhoden von Dyticus doch noch etwas ganz Besonderes an sich hat, nämlich das P a a r i g e, die Thatsache, dass sich immer nur zwei Individuen verbinden und zwar gesetzmäßig in einer Weise, die eben auch nur unter zweien möglich ist. Es erhebt sich desshalb die Frage, ob etwa eine ursprüngliche Dualität der Spermien, eine qualitative Verschiedenheit oder eine Art polaren Gegensatzes die Veranlassung sei

und einen Ausgleich in der Paarung suche. Irgend eine derartige Dualität der Anlage ist nun aber nicht ersichtlich gewesen, hat sich wenigstens im Morphologischen nicht kund gegeben«.

Dieses Besondere wird der Konjugation der Spermatosomen durch den von mir gemachten Befund von Drillingsspermien bei Colymbetes indessen so ziemlich genommen. Siehe hierüber den folgenden Nachtrag.

Greifswald, im Juni 1895.

Nachtrag[1].

Bei der günstigen Witterung des heurigen September glückte es mir, durch Vermittelung eines Sammlers eine Anzahl von kleineren Dyticiden, besonders Arten von Acilius und Colymbetes, zu erhalten. Ich habe diese Thiere, die entweder frisch gefangen waren oder nur kurze Zeit in der Gefangenschaft gelebt hatten, dazu benutzt, um die oben mitgetheilten Ergebnisse noch einmal nachzuprüfen. Mit Bezug auf die histologischen Einzelheiten habe ich nichts hinzuzufügen. Nur über das Vorkommen und die Entstehung der Spermosyzygien und Spermozeugmen möchte ich Folgendes nachtragen.

Unter den 16 Exemplaren von Acilius sulcatus L. und A. fasciatus Deg., welche ich erhielt, befanden sich zehn Männchen und sechs Weibchen. Bei allen Männchen war das zusammengeknäuelte, gelblich weiße Vas deferens strotzend mit Sperma erfüllt. Auch das hintere Endstück des Ganges kurz vor seiner Ausmündung zeigte sich durch eine reichliche Spermamenge erweitert. Wurde dieses letzte Stück zerzupft, so fanden sich stets Unmengen von Doppelspermien, dagegen nur sehr wenig Einzelspermatozoen. Die Doppelkörper zeigten lebhafte Bewegung: am geraden Vorderstück flimmerte der Saum, während der größere hintere Theil der flimmernden Geißel spiralig eingebogen war, wie ich es in den Fig. 9—12 auf Tafel XXIII von Dyticus abgebildet habe.

Eben so habe ich im Receptaculum seminis der sechs Weibchen fast nur Spermosyzygien gefunden. Das Receptaculum enthielt reichlich Sperma, so dass es etwas aufgetrieben war und gelblich weiß aussah.

[1] Durch das Entgegenkommen des Herrn Verlegers wurde mir ermöglicht, diesen Nachtrag in die Korrektur des Textes, sowie die Abbildungen 63—84 in die Tafelkorrektur einfügen zu können. Leider war der Stein der Tafel XXVI A für den Zusatz zu klein, so dass die Fig. 63—84 auf einer besonderen Tafel unter XXVI B gebracht werden mussten.



Die Doppelspermien lagen oft zu größeren Gruppen vereinigt zusammen, ohne dass daraus eigentliche, regelmäßige Spermozeugmen hervorgingen. Die Doppelköpfe steckten dann in einer Substanz, welche wohl das Sekret der Drüsen des Receptaculums war.

Diese Befunde stehen in direktem Gegensatz zu den Angaben, welche AUERBACH von dem Sperma bei Dyticus gemacht hat (siehe hierüber oben p. 484). Ich kann daher, wie oben schon betont, auch nicht den allgemeinen Folgerungen, welche AUERBACH aus seinen Mittheilungen gezogen hat, beistimmen. Jedenfalls geht auch aus diesen meinen Befunden mit Bestimmtheit hervor, dass die Vereinigung zu Doppelspermien nicht ein »vorübergehender Paarungsakt« ist, der sich nur im Vas deferens der Männchen abspielt, wie es von AUERBACH behauptet ist. AUERBACH hat nicht genug Dyticiden untersucht, sonst hätte er sich von dem Vorkommen der Doppelspermien im Endstück des Vas deferens der Männchen und im Receptaculum der Weibchen überzeugen müssen.

Von Colymbetes fuscus L., C. striatus L. und C. Paykullii Erichs. standen mir 33 lebende Exemplare zur Verfügung, darunter 22 Weibchen und 11 Männchen. Bei zwei Weibchen war das Receptaculum seminis leer; einmal wurde das Sperma von einer abgestorbenen, verfilzten Masse gebildet. Bei den übrigen 19 weiblichen Exemplaren war die Samentasche mit reichlichem Sperma gefüllt.

Das herausgeschnittene Receptaculum wurde auf dem Objektträger in toto unter Zusatz von 0,75%iger Kochsalzlösung zerzupft und sofort untersucht. In dem Zupfpräparat waren stets die oben näher beschriebenen, eigenartigen Spermozeugmen sehr zahlreich. Außerdem fanden sich zahlreiche Einzelspermien; eigentliche Doppel- und Drillingsspermien waren hier indessen selten. Nur einmal wurde das Sperma fast ausschließlich von Einzelspermien gebildet bei Anwesenheit von sehr wenigen Spermozeugmen.

Die in einander gesteckten, unter sich verklebten Köpfe der Spermozeugmen bilden mehr oder weniger lange Reihen; es können 3—25 und mehr Samenkörper hinter einander befestigt sein. Die längeren Kopfketten sind gewöhnlich leicht spiralig gebogen (Fig. 65 u. 66 auf Tafel XXVIB). Die zugehörigen Geißeln liegen schopfförmig neben einander, der ganze Schopf ist gleichfalls in wenigen langen Windungen spiralig gebogen. Durch den lebhaften Schlag und das Flimmern des Geißelschopfes bohren sich die sonderbaren Gebilde mit dem Kopfende voran in einer Spirale durch das umgebende Medium hindurch und bewegen sich so ziemlich schnell in geradliniger Richtung vorwärts. Bei der beträchtlichen Lokomotion der Spermozeugmen kann es nicht

fehlen, dass sie alsbald auf irgend einen im Präparat befindlichen Gegenstand aufstoßen, z. B. ein Stück vom Fettkörper (Fig. 66 auf Tafel XXVIB bei *F*), das mit dem Receptaculum in das Präparat hineingerieth. Ist das geschehen, so wird, scheint es, die schlagende und flimmernde Bewegung der Geißeln noch lebhafter; binnen kurzer Zeit hat sich denn auch das vorderste Ende der Kopfreihe ein bemerkbares Stück weit in den Fremdkörper eingebohrt (Fig. 66). Bei diesen Bohrversuchen wird die Kopfreihe oft hin und her geschwenkt, so dass die einseitig angeheftete Geißelfahne zur Entfaltung kommt (Fig. 66 bei *a*). Man sieht dann sehr schön, dass die Geißeln einzeilig an der Kopfreihe sitzen und davon in regelmäßigen Abständen, entsprechend den einzelnen in einander gesteckten Köpfen, entspringen. Bisweilen zerbricht hierbei eine längere, von den Köpfen gebildete Nadel, die Theilstücke büßen aber scheinbar nichts von ihrer Bewegungsfähigkeit ein. Solche zwei- und dreigliedrigen Bruchstücke können echte Doppel- und Drillingsspermien vortäuschen[1].

Diese Spermozeugmen verhalten sich in ihren Bewegungserscheinungen also genau eben so wie einfache Samenkörper: ein unbefangener Beobachter, welcher die Gebilde zuerst in Bewegung sähe, müsste sie für einfache, aber mehrschwänzige Samenkörper halten. Unzweifelhaft bohren sich die Spermozeugmen in der oben geschilderten Weise auch bei der Befruchtung in das Ei ein, wenn letzteres am Receptaculum vorbeipassirt. Ich habe oben schon darauf hingewiesen, dass es räthselhaft ist, wie hierbei eine Polyspermie des Eies vermieden werden soll, da die Köpfe alle in einander stecken und mit dem vordersten Kopfe, sobald er sich in das Ei eingebohrt hat, auch ein großer Theil des nächstfolgenden mit eingedrungen sein muss.

[1] Einen eigenthümlichen Befund machte ich einmal im Inhalt des Receptaculums eines Weibchens. Ich sah nämlich unter zahlreichen Spermozeugmen im Ganzen etwa acht bis zehn durch ihre Dicke auffallende Fäden von ziemlich derselben Länge wie die Spermozeugmen. Diese Fäden waren um ein Vielfaches dicker als die gewöhnlichen Spermatosomengeißeln und zeigten bei stärkerer Vergrößerung eine sehr deutliche Längsstreifung. Das Merkwürdige war an ihnen, dass sie sich, gleich einfachen Samenkörpern, durch lebhafte seitliche Einbiegungen vorwärts bewegten. Anfangs glaubte ich, es mit einer anderen Form von Samenkörpern oder mit sogenannten Riesenspermatozoen zu thun zu haben. Indessen halte ich es für das Wahrscheinlichste, dass diese ganz auffällig dicken Fäden dadurch entstanden sind, dass die Geißeln von Spermozeugmen durch eine wohl vom Receptaculum gelieferte Masse mit einander verklebt wurden, ohne dass ihre Kontraktilität dadurch aufgehoben wurde. Diesen Befund hatte ich nur einmal. Häufiger dagegen traf ich im Receptaculum unbewegliche, kleinere oder größere, helle, streifige Spindeln und Fäden an, welche jedenfalls wohl von Sekreten der Drüsen des Receptaculums gebildet wurden.

Jedenfalls ist so viel klar, dass die physiologische Aufgabe dieser merkwürdigen Spermozeugma-Bildungen darin besteht, die Bewegungsenergie der Samenkörper zu erhöhen und das Eindringen der Spermasubstanz in das Ei zu erleichtern. Die Bewegungseffekte der einzelnen Geißeln summiren sich, während gleichzeitig durch die Gestalt der ziemlich starren Kopfreihe die Bewegungsform normirt wird. Es wäre also bei Colymbetes zum ersten Male gelungen, einen bestimmten Aufschluss über die Bedeutung einer Form der bei den Insekten eben so verbreiteten, wie im Allgemeinen räthselhaften Spermozeugmen[1] zu erlangen.

Einen überraschend anderen Befund erhielt ich auch jetzt (vgl. oben im Text) regelmäßig, wenn ich den Inhalt des hintersten, meist durch Sperma etwas aufgetriebenen Endstückes des Vas deferens der Männchen untersuchte[2].

Schon mit bloßem Auge erkennt man in dem unter Zusatz von physiologischer Kochsalzlösung angefertigten Zupfpräparat eine große Anzahl kleinster, weißer Pünktchen, welche sich durch Umrühren mit der Nadel nicht weiter zerkleinern lassen. Bei Untersuchung mit schwacher Vergrößerung erweisen sich die Pünktchen als lebhaft bewegliche Spermozeugmen von ganz anderer Form, wie sie aus dem Receptaculum der Weibchen von mir beschrieben sind.

Um diese Bildungen möglichst unverändert zu erhalten, empfiehlt es sich, zunächst ohne Deckglas bei schwächerer Vergrößerung zu untersuchen. Man sieht dann, dass zahllose langcylindrische Walzen in dem Präparat herumliegen, die von vielen neben einander gelagerten Spermatozoen gebildet werden. Je nach der Zahl der sie zusammensetzenden Elemente sind die Bildungen verschieden groß. Die Köpfe der Samenkörper liegen am vorderen Ende einer jeden Walze dicht neben einander und alle ziemlich in einer und derselben Ebene (Fig. 63 auf Tafel XXVI B). Sie gehören aber nicht Einzelspermatozoen an, vielmehr liegen die Samenkörper, mit den Köpfen vereinigt, zu kleineren und größeren Gruppen zusammen (vgl. auch Fig. 81—83 auf Taf. XXVI B). Die einzelnen Köpfe dieser Gruppen werden zusammengehalten durch eine Substanz, welche in Form eines hellglänzenden Stäbchens erscheint. Die vorderen Kopfenden sehen stiftartig aus diesen Gruppen hervor. Ich komme hierauf bei Besprechung der Entstehung dieser Gebilde noch zurück. Die Gruppen werden unter sich wieder zusammengehalten durch eine wenig auffällige Masse; vielleicht trägt hierzu auch die zuerst erwähnte Klebemasse mit bei.

[1] Vgl. hierüber diese Zeitschr. Bd. L. p. 383.

[2] Dieser Befund wurde ausnahmslos bei allen Männchen gemacht.

In feinen Querschnitten durch das Vas deferens erhält man auch die Querschnitte durch die Kopfplatten, welche ein sehr zierliches Bild geben. Die ganze Querschnittfläche einer Kopfplatte setzt sich zusammen aus vielen kleinen, sternförmigen Feldern, welche dicht neben einander liegen. Das kreisförmige Innere der Sternchen entspricht der Kittmasse und färbt sich mit Alaunkarmin und Hämatoxylin nur wenig. Um diese Kreise liegen die intensiv gefärbten Querschnitte von drei bis acht und mehr Köpfen in sehr regelmäßiger Anordnung herum. Bisweilen fließen die Querschnittsfiguren mehr zusammen.

Von der durch Vereinigung der Köpfe gebildeten Platte gehen nun die frei beweglichen Geißeln aus, welche sich in Spiralen zu einem länglich cylindrischen, nicht selten in seiner Begrenzung etwas unregelmäßigen Gebilde zusammenlegen. Aus dem hinteren Ende dieser Gebilde starren die geraden Endstücke besenartig hervor. Alle Geißeln zeigen nun einen lebhaften Flimmerschlag, welcher an den Geißelspiralen von vorn nach hinten entlang läuft; nur das Endstück bleibt geradlinig (Fig. 63 auf Tafel XXVI B). Durch den Flimmerschlag werden die Cylinder, mit den Köpfen voran und zwar um ihre Längsachse spiralig rotirend, mäßig schnell vorwärts getrieben. Bisweilen geräth der hintere Theil der Geißeln in Unordnung oder setzt sich irgend wo fest; alsdann wickelt sich ein großer Theil des Cylinders in Folge der spiraligen Rotation zu einem dünnen, seilartigen Strange zusammen. Stößt der vordere Theil der rotirenden Körper auf einen Gegenstand, so breiten sich die Geißeln oft straußartig aus (Fig. 64 auf Tafel XXVI B). Sehr leicht tritt dies ein, wenn man unter dem Deckglase untersucht: bald ist der größte Theil der Spermozeugmen mit den Köpfen an der Glasfläche sitzen geblieben, manche Spermozeugmen haben dabei auch die Form einer flachen, fast kreisförmigen Spirale angenommen. Hier entwickelt sich dann alsbald in den Geißelmassen jenes prachtvolle Flimmerphänomen, welches ich oben beschrieben habe (siehe hierüber oben p. 478; vgl. auch Fig. 62 auf Tafel XXVI A)[1]. Ich habe mich auch jetzt davon überzeugt, dass die isochronen, so regelmäßigen Einbiegungen der flimmernden Geißelmassen (Fig. 62) eines Spermozeugma alle in einer Ebene erfolgen.

Wir haben es hier also mit einer ganz anderen Form von Spermozeugmen zu thun, als sie im Receptaculum der Weibchen sich vorfinden. Sehr merkwürdig ist nun, dass ich die Cylinderform nur im Vas deferens der Männchen, die Nadelform ausschließlich bei den Weibchen gefunden habe. Niemals habe ich auch nur Bruchstücke der

[1] Die Bündel, von welchen oben im Text p. 469 und 478 die Rede ist, sind eben die Spermozeugmen.

Cylinder im Inhalt des Receptaculums angetroffen. Und doch muss man wohl annehmen, dass die Nadelform aus der anderen hervorgeht. Ich denke mir, dass dies in der Weise vor sich geht, dass die Köpfe sich in ihrem Zusammenhange neben einander lockern und hinter einander rücken, um sich dabei mit den Spitzen in die Konkavitäten der respektiven Kopfanhänge zu legen (vgl. Fig. 15 und 16 auf Tafel XXIII). Jedenfalls spielt die glänzende Kittmasse hierbei eine Rolle; denn sie lässt sich an den Nadeln meist noch in Form kleiner Tröpfchen durch Färbung nachweisen und trägt jedenfalls auch dazu bei, die Kopfreihen zusammenzuhalten. Merkwürdig bleibt dabei immerhin, dass die Geißeln so regelmäßig einzeilig gelagert sind.

Wo findet nun diese Umlagerung statt? Weder bei den Männchen noch den Weibchen habe ich dafür Anhaltspunkte gewonnen. Ich vermuthe, dass die Umlagerung während der Kopulation oder kurz nach derselben im weiblichen Genitalapparat vor sich geht. Jedenfalls spielt sie sich nicht bei dem Männchen ab.

Aus Obigem geht hervor, dass bei den Colymbetes-Arten zwei gänzlich differente Spermozeugmen-Formen von verschiedener physiologischer Dignität beobachtet werden, von denen sich die eine (Cylinderform) nur bei den Männchen, die andere (Nadelform) nur bei den Weibchen vorfindet. Die erstere mag als Spermozeugma erster Ordnung, die letztere als Spermozeugma zweiter Ordnung bezeichnet werden. Diese Thatsache steht bis jetzt einzig da, da man bei den einzelnen Insekten-Gattungen stets nur eine Form beobachtet hat[1]; ihr Aussehen und ihre Zusammensetzung ist allerdings je nach der Art sehr verschieden. Während sich bei Colymbetes die Aufgabe der im Receptaculum vorkommenden Spermozeugmen leicht erkennen lässt, ist die Bedeutung der Cylinderform nicht recht klar; man müsste denn annehmen, dass durch diese Zusammenlagerungen der reguläre Export der Spermatozoen von dem Männchen auf das Weibchen bei der Kopulation erleichtert wird. Jedenfalls stehen die Spermozeugmen erster Ordnung mit der Befruchtung in keinem Zusammenhange.

Schließlich will ich noch einige Angaben über die Bildung der cylinderförmigen Spermozeugmen erster Ordnung machen. Bei der Untersuchung ging ich folgendermaßen vor. Der ganze männliche Genitalapparat wurde sorgfältig herausgeschnitten und unter Zusatz von physiologischer Kochsalzlösung auf einen Objektträger gebracht. Sodann präparirte ich mit Nadeln die Windungen des Vas deferens auf jeder Seite frei und streckte den ganzen Genitalschlauch auf dem Ob-

[1] Vgl. hierüber diese Zeitschr. Bd. L, p. 383.

jektträger gerade aus, was meist keine Schwierigkeiten machte. Die Länge des mit Sperma erfüllten, gelblich-weißen Theiles des Vas deferens war bei den einzelnen Individuen verschieden und hing ab von der Intensität der Spermaproduktion; sie schwankte zwischen 65 bis 140 mm. Ich verfuhr nun in der Weise, dass ich zunächst den Inhalt der hintersten Endstrecke des Vas deferens feststellte, der stets von den Spermozeugmen erster Ordnung gebildet wurde. Sodann untersuchte ich das vorderste Ende und ging von hier aus von Strecke zu Strecke nach hinten hin vor, indem ich kleinere Abschnitte aus dem Vas deferens herausschnitt. Im vordersten Ende, am Übergang in den Hodenschlauch, traf ich stets isolirte Samenkörper, die unregelmäßig durch einander lagen. Die Geißeln zeigten noch keine oder nur geringe Bewegungserscheinungen; auch die Köpfe boten nichts Auffälliges dar, der Kopfanhang war schon ausgebildet. In diesem Zustande verharrte die Spermamasse eine Strecke weit; die Bildungszone der Doppelspermien begann an wechselnder Stelle im Bereiche der vorderen Hälfte des Vas deferens. Untersuchte ich vorsichtig angefertigte Zupfpräparate aus dieser Gegend, so traf ich schon vereinzelte Spermosyzygien an. Bei genauer Betrachtung dieser Doppelgebilde mit starken Vergrößerungen erkannte ich eine hell glänzende, anscheinend homogene Zwischensubstanz, welche die Köpfe mit einander verband (Fig. 81 auf Taf. XXVI B). Diese Zwischensubstanz ist Anfangs noch unregelmäßig, so dass man tropfenartige Hervorragungen an ihr sieht (Fig. 78, 79, 80 auf Taf. XXVI B). Erst später wird sie mehr regelmäßig und nimmt die Form eines glänzenden, schmalen Stäbchens an (Fig. 81 bis 83). Auch die Prüfung der noch zahlreichen Einzelspermatozoen dieser Strecke führte zu einem wichtigen Ergebnis. Ich sah nämlich, dass der mittlere Abschnitt ihres geraden Kopfrandes uneben geworden war. Hier war eine Substanz zur Ausbildung gekommen, welche Anfangs nur in Form einer leichten Verdickung des Randes erschien. An vielen Köpfen war sie aber bereits voluminöser geworden und trat in Form kleinerer oder größerer Tröpfchen und buckelförmiger Hervorragungen auf (Fig. 67—73 auf Taf. XXVI B). Die Tröpfchen können relativ groß werden (Fig. 70, 72). Die Spitze des Kopfes bleibt stets frei, eben so der unterste Theil des Randes. Hier habe ich oft ein kleines kugelförmiges Tröpfchen gesehen, welches die Masse gewissermaßen nach unten hin abschloss. Dieses Tröpfchen ist nicht etwa zu verwechseln mit einem Endknopf der Geißel, der bei den Dyticiden fehlt; auch bleibt das Tröpfchen an den Köpfen sitzen, wenn sich die Geißel abgelöst hat. Die eigenthümliche, am Kopfrande zur Ausbildung kommende Substanz ist glänzend und anscheinend homogen. Sie färbt

sich im frischen Präparat intensiv mit Gentianaviolett und tritt dann sehr deutlich hervor (Fig. 67—84 auf Taf. XXVI B). Die Masse scheint sehr klebrig zu sein und die Eigenschaft zu haben, mit Theilen der gleichartigen Substanz leicht zusammenzufließen, während sie an andersartigen Stoffen nicht so leicht haften bleibt. Gleiten nun die Köpfe der Einzelspermien, sei es in Folge der jetzt auftretenden Eigenbewegungen, sei es in Folge des Sperma-Nachschubes, an einander vorbei, so fließen die Klebemassen der Köpfe zusammen; die Konjugation zu Doppelspermien wäre damit eingeleitet. Solche Vorstadien zur Konjugation sind auf dieser Strecke des Vas deferens sehr häufig (vgl. Fig. 74—77). Sobald der Kontakt der Klebemassen eingetreten ist, scheinen die Köpfe gewissermaßen an einander emporzurutschen, bis sie sich in genau gleicher Höhe befinden, d. h. bis die beiden Spitzen gleich weit nach vorn vorragen. Man trifft auch in den hinteren Abschnitten des Vas deferens noch sehr oft Doppelspermatozoen, an welchen sich die beiden Köpfe noch nicht im gleichen Niveau befinden, so dass die eine Spitze mehr oder weniger hinter der anderen zurückbleibt (Fig. 76—77).

Eben so wie zwei Köpfe zur Vereinigung kommen, können sich auch drei Spermien zu einem Drillingsspermatosom durch Vermittelung der Klebemasse zusammenschließen. Auch solche Anfangsstadien habe ich mehrfach gesehen. Häufiger scheinen allerdings die Drillingsspermien dadurch zu entstehen, dass sich unter dem Einfluss der Klebemasse an ein bereits gebildetes Doppelspermatosom ein Einzelspermium heranschiebt (Fig. 77).

Trifft es sich glücklich, so können nach Entwicklung der Klebemasse auch mehrere Köpfe zusammenstoßen, so dass daraus mehrfache Verkuppelungen entstehen. Solche Bildungen sind aber in der Übergangszone im Vas deferens noch selten. Je weiter nach hinten, um so häufiger werden sie. Hier entstehen sie aber dadurch, dass Doppel- und Drillingsspermatozoen an einander rücken und durch Vermittelung der Klebemasse zur Vereinigung kommen (Fig. 82—83). Diese Verbindungen schließen sich dann wieder zu größeren Gruppen zusammen, die um so zahlreicher und um so reicher an Einzelindividuen werden, je mehr man sich dem Ende des Vas deferens nähert. In der Nähe des Endstückes trifft man daher nur noch selten einfache, sowie Doppel- und Drillingsspermatozoen an. Sehr bemerkenswerth ist, dass die in dem Endstücke übrig gebliebenen Einzelspermatozoen gewöhnlich große Tropfen von Klebemasse an ihrem Kopf besitzen, durch deren Vermittelung sie meist wohl auch noch den Anschluss an die größeren Gruppen erreichen. In dieser Weise gehen schließlich aus der Ver-

einigung der größeren Gruppen die Spermozeugmen erster Ordnung hervor.

Aus dem geschilderten Entwicklungsgang scheint mir als wichtige Folgerung hervorzugehen, dass die Doppel- und Drillingsspermatosomen nur eine Vorstufe der Spermozeugmen sind, gewissermaßen die einfachste Form dieser Bildungen darstellen. Hierfür spricht auch, dass die Bildung der Spermosyzygien bei den übrigen Dyticiden, bei welchen keine eigentlichen Spermozeugmen vorkommen, in derselben Weise durch Vermittelung genau derselben Klebemasse vor sich geht, so weit ich mich wenigstens bei Acilius davon überzeugen konnte. Leider stand mir hierzu kein genügendes Material mehr zur Verfügung. Bei diesem Schwimmkäfer tritt die Klebemasse aber zuerst am Kopfanhang auf, so dass in einem bestimmten Abschnitt des Vas deferens jedes Spermatosom mit einem großen, intensiv sich färbenden, oft etwas unregelmäßigen Tropfen versehen ist, der bisweilen auch in einige kleinere zerfällt. Von dem Kopfanhang scheint sich dann die Klebemasse mehr auf den Kopf zu vertheilen. Auch hier habe ich alle Anfangsstadien der gegenseitigen Verkuppelung beobachtet, die durch Zusammenfließen der Klebemasse vermittelt wurde. Anfangs haften die Köpfe gewöhnlich noch sehr unregelmäßig an einander, wie sie gerade auf einander treffen; erst später fügen sie sich allmählich in der geschilderten regelmäßigen Weise zusammen. Auch AUERBACH[1] hat bei Dyticus an der Spitze des Ankerfortsatzes ein ganz konstant auftretendes protoplasmatisches Tröpfchen gesehen, welchem er eine Bedeutung für die Vermittelung der Kopulation beilegt. Aus allen diesen Gründen kann ich die Doppelspermatozoen nicht als etwas Besonderes ansehen, ich rechne sie vielmehr zu den Spermozeugmen, deren einfachste Form sie darstellen.

Eine weitere Frage ist, woher die Klebemasse stammt und aus welcher Substanz sie besteht. Man könnte daran denken, dass sie von dem Spermatozoenkern (Kopf) abgeschieden würde oder durch Umwandlung seiner Substanz entstände. Wahrscheinlicher aber ist es, dass sie protoplasmatischer Natur ist. Es ist wohl anzunehmen, dass dem Kopfe noch eine geringe Menge Protoplasma anhaftet, welche dann schnell auswächst und sich zu der eigenthümlichen Klebemasse umbildet. Auch AUERBACH kommt zu dem Resultat, das bei Dyticus an dem Ankerfortsatz auftretende Tröpfchen für protoplasmatischer Natur zu erklären.

Wenn man sich den oben geschilderten Vorgang der Konjugation

[1] l. c. p. 192 u. 199.

bei Colymbetes überlegt, so ist eine aktive Betheiligung der Klebemasse kaum auszuschließen. Ich habe nun allerdings keine weiteren Beweise hierfür, da ich an ihr keine amöboiden Bewegungen wahrgenommen habe, obwohl die Form der Tröpfchen oft unregelmäßig war. Wie will man sich aber anders erklären, dass die Zusammenlagerungen zu Doppelspermien stets so regelmäßig ausfallen? Dass die mechanischen Verhältnisse des Kopfes dies nicht bedingen, dafür habe ich, wenigstens bei Colymbetes, einen ganz bestimmten Beweis. Ich beobachtete nämlich nicht selten, dass die Spermatozoenköpfe durch Vermittelung der Klebemasse in entgegengesetzter Richtung zusammenklebten, so dass die Geißeln nach entgegengesetzter Richtung sahen. Fig. 84 auf Tafel XXVIB zeigt z. B. ein Doppelspermium, mit welchem ein einfacher Samenkörper in entgegengesetzter Richtung vereinigt ist. Die beiderseitigen Klebemassen sind zusammengeflossen und vermitteln den Zusammenhalt. Hier kann also nur die eigenartige Zwischensubstanz die Ursache der Vereinigung sein. Solche abnorme Bildungen habe ich in seltenen Fällen auch unter den Spermozeugmen aus dem Endstück des Vas deferens gefunden. Bei einem Männchen waren diese Bildungen sogar sehr häufig, fast in der Mehrzahl. Von den in einer Ebene zusammenliegenden Köpfen gingen nach beiden Seiten hin lebhaft bewegliche Geißelbündel aus, die meist verschieden stark waren. Das stärkere Geißelbündel gewann bei der Bewegung die Oberhand und trieb das ganze absonderliche Gebilde, mit dem sich umbiegenden schwächeren Geißelschopf voran, vorwärts. Jedenfalls waren bei diesem Thiere im Vas deferens perverse Spermabewegungen bei der Bildung der Spermozeugmen eingetreten.

Alle diese Fragen fordern zu weiteren Untersuchungen auf. Jedenfalls dürfte durch die obigen Mittheilungen aus dem unerschöpflichen Gebiet spermatologischer Forschung wiederum eine Anzahl Thatsachen aufgedeckt sein, welchen eine weitergehende Bedeutung und ein allgemeineres Interesse nicht versagt werden kann.

Greifswald, im Oktober 1895.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXIII.

Alle Figuren sind ziemlich in demselben Größenverhältnis bei schwächerer Vergrößerung (Winkel, Obj. 8, Oc. 8) gezeichnet. *v*, vorderer Abschnitt der Geißel. Der Flimmersaum im Bereiche des Vorderstückes der Geißel ist in allen Figuren dieser Tafel fortgelassen (vgl. Fig. 51 auf Taf. XXVI A).

Fig. 1 u. 2. Doppelspermatozoen (Spermosyzygien) aus dem Vas deferens von Dyticus marginalis L., frisch in physiologischer Kochsalzlösung untersucht. Die kopulirten Köpfe sind von der Fläche gesehen. Die Geißel ist im Verhältnis noch zu kurz gezeichnet. *v*, vorderer Abschnitt der Geißel.

Fig. 3. Dessgleichen aus dem Vas deferens von Colymbetes fuscus L.

Fig. 4. Drillingsspermatosom aus dem Vas deferens von Colymbetes fuscus L.

Fig. 5. Doppelspermatosom aus dem Vas deferens von Acilius sulcatus L. nach einem mit Gentianaviolett gefärbten Deckglas-Trockenpräparat, welches von frischem, durch Osmiumsäuredämpfe fixirtem Sperma angefertigt wurde.

Fig. 6 u. 7. Dessgleichen aus dem Receptaculum seminis eines Weibchens von Acilius sulcatus L., frisch in physiologischer Kochsalzlösung untersucht.

Fig. 8. Doppelspermatosom aus dem Vas deferens von Hydaticus stagnalis F., frisch in physiologischer Kochsalzlösung untersucht.

Fig. 9—11. Doppelspermatozoen aus dem Vas deferens von Dyticus marginalis L., frisch in physiologischer Kochsalzlösung untersucht. Die Geißeln sind zu mehr oder weniger regelmäßigen Spiralen zusammengerollt, nur ihr vorderer Abschnitt bleibt stets gerade gestreckt. Die kopulirten Köpfe sind von der Fläche gesehen.

Fig. 12. Dessgleichen; die Geißeln sind bis auf ihr Vorderstück ringförmig zu einer flachen, lebhaft flimmernden Spirale zusammengerollt, aus welcher nur das hintere Geißelende hervorragt. Die kopulirten Köpfe befinden sich in Kantenansicht; die Widerhaken der Köpfe sind nicht gezeichnet.

Fig. 13. Einzelspermatosom nach der Kopulation; sonst wie Fig. 12. *W*, Widerhaken des Kopfes.

Fig. 14. Aus dem Receptaculum seminis eines Weibchens von Colymbetes fuscus L., frisch in physiologischer Kochsalzlösung untersucht. Drei Einzelspermatozoen sind zu einem sich lebhaft vorwärts bewegenden Gebilde vereinigt, indem sich die Köpfe der beiden hinteren Samenkörper an der Geißel des nächst höheren Samenkörpers hinaufgeschoben haben.

Fig. 15. Aus dem Receptaculum seminis von Colymbetes striatus L., frisch in physiologischer Kochsalzlösung untersucht. Eine Anzahl Köpfe von Einzelspermatozoen haben sich in einander geschoben, so dass ein längeres, nadelförmiges Gebilde mit frei hervorragenden Geißeln (Spermozeugma) entstanden ist.

Fig. 16. Dasselbe nach Fixirung durch Osmiumsäuredämpfe und Färbung mit Gentianaviolett. Man erkennt die gegenseitige Verbindung der Köpfe.

Tafel XXIV.

Alle Figuren sind nach mit Gentianaviolett gefärbten Präparaten bei starker Vergrößerung (Winkel's homogene Immersion 1/24, Oc. 3, Zeiss apochrom. homog. Immers. 3,0 mm, Apert. 1,40, Oc. 12) gezeichnet, in ziemlich demselben Größenverhältnis, wie die Figuren auf den Tafeln zu meiner Arbeit über die Insekten-Spermatozoen (siehe diese Zeitschr. Bd. L, p. 399, 1890).

Fig. 17—24. Aus dem Vas deferens von Hydaticus stagnalis F.

Fig. 17. Doppelspermatosom (Spermosyzygie), frisch durch Osmiumsäuredämpfe fixirt und mit Gentianaviolett gefärbt. Die beiden Köpfe sind fest an einander gelegt, so dass die Spitze des einen Kopfanhanges (rechts in der Zeichnung) nach oben, die des anderen nach unten (links) gerichtet ist. Der vordere Theil (*v*) der Geißel erscheint mehr gerade gestreckt und ist mit krausenförmigen Umbiegungen des einen Randes versehen.

Fig. 18. Kopf und vorderer Geißeltheil, aus einem durch Osmiumsäuredämpfe zuvor fixirten, mit Gentianaviolett gefärbten Deckglastrockenpräparat. *k*, Kopf; *kg*, Kopfanhang mit dem umgeschlagenen, dreieckigen, intensiv gefärbten Randtheil; zwischen letzterem und dem Kopf ein heller schmaler Spalt; *z*, Zahnvorsprung am Kopf; *Rf*, gerader, von dem Kopfanhang abgewandter Rand der Geißel, welcher einen nach oben hin deutlichen, sehr schmalen, zarten Saum erkennen lässt, welcher dicht unterhalb des Zahnvorsprunges am Kopfe aufhört (S_1); *Sf*, wellenförmig eingebogener, im oberen Theil dagegen gerade gestreckter, gegen den Kopfanhang gerichteter Rand, welcher im vorderen Theil der Geißel von einem blassen zarten, nach hinten hin unter Verschmälerung aufhörenden Saum (*S*) überragt wird.

Fig. 19. Wie Fig. 18. Aus einem mit Gentianaviolett gefärbten Präparat, welches $1^1/_2$ Wochen in gefärbtem Zustande in Wasser unter dem Deckglase gelegen hatte. Am Kopf sind die vorher intensiv tingirten Theile verblasst; nur der untere Theil des Kopfanhanges (*u*) grenzt sich durch intensivere Färbung deutlich ab; statt des hellen Spaltes eine dunkle Linie.

Fig. 20. Aus demselben Präparat wie Fig. 19. Die beiden Köpfe eines Doppelspermatosoms haben sich getrennt und berühren sich nur noch mit den Hypotenusenrändern. Der freie Rand des unteren Theiles (*u*) des Kopfanhanges ist unregelmäßig eingeschnitten. Der Saum (*S*) des Anfangsstückes der Geißel deutlich. Die beiden Ränder der Geißel treten als Fasern hervor (*Rf* und *Sf*); an dem rechten Geißelstück haben sich die Faltungen der Saumfasern (*Sf*) ausgeglichen, so dass dieselbe geradlinig parallel der Randfaser (*Rf*) verläuft.

Fig. 21 u. 22. Aus einem Präparate, welches in gefärbtem Zustande in Wasser 14 Tage unter dem Deckgläschen gelegen hatte. Fig. 21 vorderer Theil eines Doppelspermatosoms, Fig. 22 ganzes Doppelspermatosom. Die Köpfe und Geißeln haben sich der Deckglasfläche dicht angelegt. Zugleich haben sich die vorderen Abschnitte der Geißeln parallel dicht neben einander gelagert, so dass ein breites Band gebildet wird. In demselben sieht man die beiden geraden Randfasern und die in zierliche, meist sehr gleichmäßige, wellenförmige Einbiegungen gelegten, intensiver gefärbten Saumfasern (*Sf*), welche nach außen von dem hellen Saume überragt werden. Bei *x* hört der Saum auf, so dass die Saumfaser (*Sf*) hier kontinuirlich auf den einen Rand des hinteren größeren Geißelabschnittes übergeht. In Fig. 21 sind die Köpfe noch in Vereinigung, während die Kopfanhänge sich abgewickelt haben; in Fig. 22 ist die Lockerung der Köpfe noch weiter vorgeschritten. *Rf*, gerade Randfaser im hinteren Geißeltheile.

Fig. 23 u. 24. Macerationen unter dem Deckglase in 0,75%iger Kochsalzlösung. Zerfall der Geißeln zweier Doppelspermatozoen in Fasern und Fibrillen. In Fig. 23 haben sich die Köpfe bereits völlig von einander getrennt, in Fig. 24 sind sie noch in Konjugation, aber sehr verblasst (siehe Fig. 19 u. 20). Zusammensetzung der Geißel aus der Randfaser (*Rf*), Mittelfaser (*Mf*) und Saumfaser (*Sf*). In Fig. 24 hat sich am vorderen Ende der linken Geißel eine Elementarfibrille (*Fb*) abgelöst; bei *x* Zerfall der ganzen Geißel in feinere und feinste Fasern. Der Saum war hier noch nicht als Wimpelfaser zur Ablösung gekommen.

Tafel XXV.

Spermatozoenköpfe mit den vorderen Geißelabschnitten von Hydaticus stagnalis F. Vergrößerung ziemlich wie auf der vorigen Tafel, nur die Fig. 26, 34 u. 35 sind etwas kleiner gezeichnet. *G*, Färbung mit Gentianaviolett.

Fig. 25. Einzelner Kopf mit vorderem Geißelende, Flächenansicht. Gentianaviolett. *k*, Kopf mit Endverdickung; *z*, Zahnvorsprung; *kg*, Kopfanhang mit dem intensiv gefärbten, umgebogenen, dreieckigen Randtheil; *S*, Saum; S_1, saumartige Erhebung des geraden Randes der Geißel.

Fig. 26. Wie vorige Figur. Kantenansicht.

Fig. 27. Köpfe eines Doppelspermatosoms in fester Vereinigung. Gentianaviolett. *kf*, an der Spitze des Doppelkopfes befindliche, kugelige, intensiv gefärbte (später verschwindende) Anhäufung.

Fig. 28. Dessgleichen.

Fig. 29. Doppelspermatosom. Gentianaviolett. Die Köpfe noch in Vereinigung, während sich die dreieckigen Kopfanhänge schon von einander abgewickelt haben. *kf* wie in Fig. 27.

Fig. 30. Die beiden Köpfe haben sich bis auf ihre Spitzen von einander gelockert, während die Umwickelung der Kopfanhänge noch besteht. Gentianaviolett.

Fig. 31. Die beiden Köpfe haben sich ganz von einander getrennt, während sich die Kopfanhänge mit ihren freien Rändern an einander verhakt haben. Die kugelförmige Anhäufung an der Spitze der Köpfe ist in zwei Hälften zertheilt, so dass jedem Kopfe ein Spitzenknopf (*kf*, *kf*) aufsitzt. Gentianaviolett.

Fig. 32. Wie Fig. 30. Nach einem mit Gentianaviolett tingirten Deckglastrockenpräparat.

Fig. 33. Nach einem mit Gentianaviolett tingirten Deckglastrockenpräparat, welches längere Zeit am Lichte gelegen hatte und stark verblichen war. Der Doppelkopf entfärbt, so dass man sieht, wie die noch intensiv gefärbten Geißelspitzen bis nahe an seine Mitte vordringen.

Fig. 34. Die beiden Köpfe bis auf die Spitzen von einander getrennt. Die Umwickelung der Kopfanhänge zum Theil gelöst.

Fig. 35. Zwei Spermatozoen nach Lösung ihrer Konjugation. Rechts blickt man in die konkave, links auf die konvexe Fläche des Kopfanhanges. *S*, Saum des vorderen Geißelabschnittes, an dem links liegenden Samenkörper, entsprechend den Faltungen der Saumfaser, regelmäßig eingebogen.

Fig. 36—45. Aus Präparaten, welche unter dem Deckglas in 0,75%iger Kochsalzlösung macerirt wurden. Gentianaviolett.

Fig. 36. Die wellenförmig gebogene Saumfaser hat sich mit dem zarten Saum (*S*) von einer zweiten Faser abgelöst.

Fig. 37. Dessgleichen; bei *x* löst sich das hintere Ende des Saumes (*S*) von der Saumfaser (*Sf*) ab.

Fig. 38. Der Saum (*S*) hat sich in seiner ganzen Länge abgelöst. *Sf*, Saumfaser.

Fig. 39. Wie vorige Figur.

Fig. 40. Kopf von der Kante. Die gerade, weniger gefärbte Faser hat sich an einer Stelle in Rand- und Mittelfaser zerlegt. Sonst wie Fig. 38.

Fig. 41. Rand- und Mittelfaser auf eine größere Strecke hin von einander getrennt, zu einer Schleife gebogen; sonst wie Fig. 38.

Fig. 42. Wie in voriger Figur.

Fig. 43. Kopf und vordere Hälfte der Geißel eines Samenkörpers, deren Geißel in ganzer Ausdehnung in die drei Hauptfasern, Saumfaser (*Sf*), Mittelfaser (*Mf*) und Randfaser (*Rf*) zerfallen war. Auch der Saum (*S*) war zur Ablösung gekommen. Zum Theil bestand bereits ein weiterer Zerfall der Fasern.

Fig. 44. Wie Fig. 40. An einer Stelle hat sich eine feinste Fibrille (*Fb*) abgelöst.

Fig. 45. Vorderer Geißelabschnitt, zum Theil in feine und feinste Fasern zerfallen. Borstenförmige Spitze am vorderen Ende der Geißel.

Tafel XXVI A.

Vergrößerung wie auf Taf. XXV; nur Fig. 55, 56, 59 und 62 bei schwächerer Vergrößerung gezeichnet.

Fig. 46—54. Aus dem Vas deferens von Dyticus marginalis L.

Fig. 46 u. 47. Kopf und Anfangsstück der Geißel von der Fläche; der Widerhaken am hinteren Rande des Kopfes sichtbar. *S*, zarter Saum. In Fig. 46 ist die Saumfaser in zierliche wellenförmige Einbiegungen gelegt, in Fig. 47 ist sie gerade gestreckt. Fig. 46 nach einem durch Osmiumsäuredämpfe fixirten, mit Gentianaviolett gefärbten Deckglastrockenpräparat, Fig. 47 nach einem frischen, ungefärbten Präparat.

Fig. 48—50. Isolirte Köpfe mit Widerhaken, von der Fläche gesehen. Gentianaviolett.

Fig. 51. Köpfe und vordere Geißelenden eines Doppelspermatosoms von der Kante gesehen. An der Spitze der Köpfe das intensiv gefärbte Kügelchen. Helle Linie zwischen den beiden Köpfen.

Fig. 52. Köpfe und Anfangsstücke der Geißeln eines Doppelspermatosoms von der Fläche. Flimmersaum wie in Bewegung befindlich gezeichnet. Am hinteren Ende des Anfangsstückes der Geißel hört die sichtbare Flimmerbewegung des Flimmersaumes allmählich auf.

Fig. 53. Wie Fig. 51, aber ohne Spitzenkügelchen.

Fig. 54. Kopf und abgestorbenes vorderes Geißelstück von der Kante gesehen. *W*, Widerhaken am hinteren Kopfende.

Fig. 55. Aus dem Receptaculum seminis eines Weibchens von Dyticus marginalis L. *S*, der völlig abgelöste Saum; *Sf*, Saumfaser; *Mf*, Mittelfaser; *Rf*, die wiederum in zwei Theilfasern zerfallene Randfaser. Kopf von der Fläche gesehen. Aus einem frisch untersuchten, ungefärbten Präparat.

Fig. 56. Dessgleichen, Gentianaviolett. Kopf etwas nach der einen Fläche gebogen, halb von der Kante gesehen. Bezeichnung wie in voriger Figur.

Fig. 57—59. Aus dem Vas deferens von Acilius sulcatus L.

Fig. 57. Köpfe und vordere Geißelenden eines Doppelspermatosoms von der Fläche. An der Spitze der Köpfe das intensiv gefärbte Endkügelchen. Gentianaviolett.

Fig. 58. Dessgleichen von einem einzelnen Spermatosom. *K*, der intensiv gefärbte Kopf; *kg*, der Kopfanhang; *S*, der zarte Saum des Anfangsstückes der Geißel.

Fig. 59. Anfangsstück der Geißel in drei Theilfasern zerlegt. Aus einem mit Gentianaviolett tingirten Deckglastrockenpräparat.

Fig. 60. Köpfe und vordere Geißelenden eines Doppelspermatosoms von Colymbetes fuscus L.

Fig. 61. Vorderer Theil eines einzelnen Samenkörpers von Colymbetes fuscus L. Geißel in drei Theilfasern zerlegt.

Fig. 62. Größeres Bündel von Doppelspermatozoen (Spermozeugma) aus dem Vas deferens von Colymbetes striatus L. Zupfpräparat in physiologischer Kochsalzlösung. Bei *K* stecken die Köpfe in einer protoplasmatischen Masse. Alle Geißeln in der gleichen, regelmäßigen strömenden Bewegung; nur die hinteren Enden bleiben mehr gerade gestreckt (siehe den Text).

Tafel XXVI B[1].

Fig. 63. Cylindrisches Spermozeugma erster Ordnung aus der Endstrecke des Vas deferens von Colymbetes striatus L. Vorn sieht man die in einer Ebene gelegenen Köpfe mit den sie verbindenden stäbchenförmigen, hellglänzenden Klebemassen und den stiftartig vorspringenden vorderen Kopfenden; hinten ragen besenartig die geraden Endstücke der Geißeln hervor.

Fig. 64. Dasselbe ebendaher. Das cylindrische Bündel hat sich zu einem straußartigen Gebilde aufgelöst.

Fig. 65. Nadelförmiges Spermozeugma zweiter Ordnung, in Bewegung befindlich gezeichnet, aus dem Receptaculum seminis von Colymbetes striatus L. *K*, die reihenförmig in einander gesteckten und mit einander verklebten Köpfe.

Fig. 66. Zwei nadelförmige Spermozeugmen ebendaher, von verschiedener Größe. Die beiden Gebilde sind auf ein Stück des Fettkörpers, das mit dem Receptaculum in das Präparat hineingerathen war, aufgestoßen und haben sich in dasselbe eingebohrt. Bei *K* die verschieden langen Kopfreihen. In dem Spermozeugma *a* ist bei den Bewegungen die Geißelfahne auf einen Augenblick zur Entfaltung gekommen.

Fig. 67—84. Aus dem Vas deferens von Colymbetes striatus L. und Colymbetes fuscus L. Zur Demonstration der Ausbildung der Klebemasse zwischen den Köpfen und der Entstehung der Doppel- und Drillingsspermatozoen sowie der Spermozeugmen. Färbung mit Gentianaviolett.

Fig. 67—73. Formen der Klebemasse an den noch isolirten Köpfen.

Fig. 74—76. Zwei Einzelspermatozoen schieben sich unter Vermittelung der Klebemasse mit den Köpfen an einander.

Fig. 77. Mit einem Doppelspermatosom verbindet sich unter Vermittelung der Klebemasse ein einzelner Samenkörper, so dass ein Drillingsspermatosom daraus hervorgeht.

Fig. 78—80. Frisch gebildete Spermosyzygien. Die Klebemasse ist noch unregelmäßig.

Fig. 81. Dessgleichen. Die Klebemasse hat die Form eines regelmäßigen Stäbchens angenommen.

In Fig. 82 sind fünf, in Fig. 83 sieben Köpfe durch die Klebemasse zur Vereinigung gekommen (Spermozeugmabildung).

Fig. 84. An einem Doppelkopf hat sich unter Vermittelung der Klebemasse ein Einzelspermatosom in entgegengesetzter Richtung angelegt, so dass die Geißeln nach entgegengesetzter Richtung sehen.

[1] Die Fig. 63—84 gehören zu dem am Schlusse der Abhandlung angefügten Nachtrage. Fig. 63—66 sind bei etwas schwächerer Vergrößerung als Fig. 62 gezeichnet; die Vergrößerung der Fig. 67—84 ist wie auf Taf. XXV.

Zur Kenntnis des feineren Baues der Nervenzellen bei Wirbellosen.

Von

Max Pflücke (Dresden).

(Aus dem zoologischen Institut zu Tübingen.)

Mit Tafel XXVII.

Bei den Untersuchungen, deren Ergebnisse ich im Folgenden vorlegen will, war ich bemüht, neben einer vergleichenden Betrachtung des Baues der Nervenzellen bei einigen Wirbellosen namentlich auch zur Beantwortung der so oft und scharf besprochenen Grundfrage, ob und welche gegenseitigen Beziehungen zwischen den Strukturtheilen des Zellplasmas und des Kernes in der Nervenzelle bestehen, einige Beiträge zu liefern. Die lebhafte Theilnahme, welche von Seiten namhafter Forscher mit dem ersten Bekanntwerden einer faserigen Struktur der Nervenelemente jener Frage entgegengebracht wurde, beleuchtet klar genug die hohe Bedeutung derselben für die Morphologie und Physiologie der Nervenzelle. Wenn indessen die letzten Jahrzehnte auf diesem Gebiete nur eine recht geringe Anzahl von Arbeiten zu Tage förderten, ja in neuester Zeit überhaupt keine Veröffentlichung in dieser Richtung bekannt wurde, so dürfte die Schuld daran wohl besonders zwei Umständen beizumessen sein. Zunächst ließ die entschiedene, verneinende Stellungnahme der Mehrzahl der Forscher gegen einen ununterbrochenen Zusammenhang bezw. Übergang von Kern- und Plasmagerüst der Zelle auch im Allgemeinen die ganze Sache als abgeschlossen erscheinen, was natürlich wenig zu einer Neubearbeitung des Themas aufmuntern konnte. Dann waren es aber vor Allem zwei neue Untersuchungsmethoden von einschneidender Bedeutung für die Kenntnis vom feineren Bau des Nervensystems, welche die Aufmerksamkeit der Fachkreise voll und ganz auf sich lenkten und viele Forscher auf ein weit dankbareres Gebiet der Neurologie hinüberriefen. Ich meine die Ehrlich'sche Lebendfärbung mit Methylenblau und das Golgi'sche Verfahren der Silberimprägnation.

Eine Wiederaufnahme der Untersuchungen zur Klärung der vorerwähnten Frage wird desshalb gerechtfertigt erscheinen, zumal es neuerdings zwei Forschern [REINKE (63) an verschiedenen ruhenden oder in der Mitose befindlichen Zellen, RAWITZ (62) an ruhenden Zellen des Salamanderhodens] vollkommen unabhängig von einander geglückt ist, durch geeignete Vorbehandlung und Färbung der Präparate an Zellen nicht nur einen Zusammenhang des Kern- und Plasmagerüstes, sondern auch die Gleichwerthigkeit der Linin- und Plasmafaser festzustellen. Warum sollte nicht auch Ähnliches in der Nervenzelle bestehen?

Die Eintheilung des Stoffes bei der vorliegenden Arbeit war also einfach: Es ergaben sich, dem Aufbau der Nervenzelle und der gegenseitigen Beziehung ihrer Bestandtheile zu einander entsprechend, drei große, natürliche Abschnitte, nämlich 1) Aufbau der Zellsubstanz, 2) Aufbau des Kernes, 3) gegenseitiges Verhalten von Zellsubstanz und Kern zu einander. Ein erneutes Eingehen auf die Struktur des Ganglienzellplasmas erwies sich, trotz der stattlichen Litteratur hierüber, schon um desswillen als geboten, als die Ansichten der Forscher in diesem Punkt derart von einander abweichen und sich widersprechen, dass eine zusammenfassende Darstellung des betreffenden Gegenstandes von einem einheitlichen Gesichtspunkte aus zur Zeit noch unmöglich ist. Zudem lockten NISSL's überaus befriedigende Ergebnisse an Nervenzellen höherer Vertebraten, vermittels vervollkommneter Härtungs- und Färbemethoden gewonnen, auch zu Versuchen an Zellen von Wirbellosen.

Doch auch der Nervenzellkern verlangte ein eingehenderes Studium; denn sollten Beziehungen zwischen seinem Gerüstwerke und demjenigen des Plasmas ermittelt werden, so musste erst eine tiefe Einsichtnahme in den Aufbau seiner Theile vorausgehen. Außerdem zeigte sich aber bei Durchsicht der einschlägigen Litteratur nur zu deutlich, dass dem Kerne bei der Untersuchung im Vergleiche zum Nervenzellplasma bisher eine recht stiefmütterliche Behandlung zu Theil geworden ist.

Zum Schlusse sei mir noch kurz eine Erklärung der Beweggründe gestattet, welche mich veranlassten, das Material zu meinen Untersuchungen lediglich dem niederen Thierreich zu entnehmen. Zunächst konnte ich betreffs Menge und Frische der Objekte bei der Auswahl niemals in Verlegenheit gerathen. Weiterhin war es mir aber auch von Werth, überlebende Nervenzellen unter das Mikroskop zu bekommen, eine Forderung, welche bei Wirbellosen viel leichter erfüllt werden kann.

Zur Untersuchung bediente ich mich der drei bekannten und allgemein verbreiteten Methoden, nämlich: I. der Untersuchung des Ganglions in toto unter Zusatz aufhellender Mittel, II. der Isolationsmethode, III. der Schnittmethode.

Das erste Verfahren kam nur bei der vitalen Färbung der Zellen durch Methylenblau in Anwendung, da ich nach Versuchen, die gefärbten Nervenzellen aus dem Ganglion mit Hilfe der Nadeln zu isoliren, bei Weitem ungünstigere Resultate erhielt, als wenn ich die einzelnen Zellen in natürlichem Zusammenhang mit den anderen nervösen Elementen ließ. Zur Aufhellung der Präparate benutzte ich verdünntes Glycerin mit oder ohne Zusatz von pikrinsaurem Ammoniak. Bemerken möchte ich noch, dass es mir nur beim Flusskrebs gelang, im Leben gute Färbungen der Nervenzellen zu erzielen, bei den anderen Wirbellosen, so bei Würmern und Schnecken, versagte die Methode. Bei diesen Thieren half ich mir mit der von Dogiel und Biedermann vorgeschlagenen Abänderung des Ehrlich'schen Verfahrens, indem ich ganz frische, womöglich überlebende isolirte Nervenzellen oder auch die dem eben getödteten Thiere entnommenen Ganglien in toto auf dem Objektträger direkt der Wirkung einer stark verdünnten Lösung von Methylenblau aussetzte.

Einer der Hauptübelstände bei der Lebendfärbung mit Methylenblau ist die Vergänglichkeit der Farbe an den Präparaten. Diesem hat Bethe (6) in allerneuester Zeit durch ein überaus glücklich erdachtes Verfahren abgeholfen, vermittels dessen es möglich ist, Schnittpräparate herzustellen, in welchen der Farbstoff dauernd fixirt ist. Leider fiel mir der Bethe'sche Aufsatz viel zu spät in die Hände, als dass ich seine Fixirungsmethode auch für meine Zwecke hätte verwerthen können.

Weit ausgiebigeren Gebrauch machte ich von den beiden anderen Methoden. Die Untersuchung der Nervenzellen im frischen Zustande schickte ich allem Anderen voraus. Als Zusatzflüssigkeit diente hierbei meistens die Körperlymphe des betreffenden Thieres oder physiologische Kochsalzlösung. Nun erst schritt ich zur mikroskopischen Bearbeitung des mit Reagentien behandelten Materials. Ich benutzte besonders: 1) Alkohol in der von Ranvier als $^1/_3$, von Solbrig als $^1/_6$ und von Rawitz als $^1/_4$ angegebenen Form; dann 2) Osmiumsäure in verschiedener Koncentration von 0,05 aufsteigend bis 1%, allein für sich oder in Mischung mit Essig- und Chromsäure, 3) ferner Chromsäure und deren Salze (namentlich Kalium bichromicum) in entsprechend starken Verdünnungen von 0,005—0,1%, endlich 4) stark verdünnte Pikrin- und Salpetersäurelösung. Die Wirkungsweise aller dieser Reagentien ist eine viel zu bekannte, als dass ich sie an dieser Stelle nochmals zu erörtern brauchte. Etwaige Besonderheiten, die mir im Laufe der Untersuchungen bezüglich der Wirkung einzelner aufgestoßen, werde ich am entsprechenden Orte gebührendermaßen hervorheben. Schnittmethode: Als Fixativ verwandte ich mit Vorliebe Sublimat in koncentrirter Lösung (nach der R. Heidenhain'schen Vorschrift in 0,5%iger Kochsalzlösung). Ich kann dem Urtheile R. Heidenhain's über die Güte und Brauchbarkeit dieses Mittels mit voller Überzeugung beipflichten und möchte nur noch hinzufügen, dass gerade bei den Nervenzellen die unterschiedliche Wirkungsweise der einzelnen fixirenden Reagentien auf Kern und Plasma recht schroff zur Erscheinung gelangt, und dass uns auch hier im Sublimat ein Reagens in die Hand gegeben ist, welches Kern- und Plasmastruktur in gleicher, vorzüglicher und naturgetreuer Weise zur Fixirung bringt. Von anderen Fixativen wählte ich noch die Chromosmiumessigsäuremischung (Flemming) namentlich für die Kernstruktur, und den 96%igen Alkohol (Nissl) für die Plasmastruktur. Auch die Kleinenberg'sche Pikrinschwefelsäure leistete mir recht gute Dienste. Die Einbettung erfolgte vorwiegend in Paraffin. Von sämmtlichen Farbstoffen, die ich durchprobirte, lieferten die schönsten Ergebnisse zunächst das Methylenblau nach der Nissl'schen Angabe, weiterhin Fuchsin, Safranin, die Ehrlich-Biondi'sche Mischung und endlich noch das Hämatoxylin, als Alaunhäma-

toxylin (Böhmer) oder in Form der Eisenlackfärbung von R. Heidenhain. Schließlich will ich nicht vergessen zu erwähnen, dass ich auch von der Metallimprägnation (Vergoldungsmethode) Gebrauch machte, indessen ohne großen Erfolg.

I. Das Protoplasma der Nervenzelle.

1) Geschichtlicher Überblick. Mit dem Folgenden kann ich keineswegs beabsichtigen, eine in jeder Hinsicht vollkommene und ausführliche Zusammenstellung der bisherigen Anschauungen über die Struktur des Nervenzellplasmas zu liefern. Es dürfte dies kaum dem Zwecke dieser Arbeit entsprechen, dieselbe vielmehr mit Hinblick auf die ausgedehnte Litteratur über fraglichen Gegenstand viel zu umfangreich gestalten. Andererseits ist diesem Bedürfnis, wenigstens so weit die ältere Litteratur in Betracht kommt, schon längst in umfassender Weise Rechnung getragen worden. Behufs genauerer Orientirung verweise ich desshalb auf die Abhandlungen von Solbrig (71), Hermann (42), Vignal (75), Nansen (55) und Flemming (25). Die an erster Stelle genannten vier Forscher ziehen im Wesentlichen nur die Arbeiten über die Nervenzellen bei Wirbellosen in den Bereich ihrer kritisch-historischen Erörterungen, Flemming hingegen nur die über Spinal- und sympathischen Ganglienzellen. Endlich giebt F. Quervain (60) in seinem Aufsatze: »Über die Veränderung des Centralnervensystems bei experimenteller Cachexia thyreopriva der Thiere« kurze geschichtliche Notizen zur Strukturlehre der Gehirn- und Rückenmarkszellen.

Anknüpfend nun an die obenerwähnten Arbeiten brauchte ich mich in meinen Angaben somit nur auf die neueste Litteratur zu beschränken. Im Interesse eines leichten und raschen Überblickes über das Ganze erscheint es jedoch vortheilhaft, noch einmal in großen Zügen die Ergebnisse der älteren Forschungen zusammenzufassen.

Bekanntlich ist es das Verdienst Ehrenberg's (14) zuerst auf die Nervenzellen hingewiesen zu haben. Doch kannte er den Zusammenhang derselben mit Nervenfasern noch nicht. Diesen sicher und einwandsfrei festzustellen, blieb Remak (64), Helmholtz (41) und Hannover (38) vorbehalten. Die damaligen Ansichten über den Nervenzellkörper sind im Großen und Ganzen ziemlich übereinstimmend. Während nun Anfangs die Zellsubstanz bezüglich ihres Aggregatzustandes als eine etwas zähe Flüssigkeit angesehen wurde (Hannover, Axmann etc.), entschied man sich später allgemein für eine festweiche Beschaffenheit derselben. Hinsichtlich ihrer morphologischen Eigenschaften fand man sie zusammengesetzt aus einer homogenen, hellen, zuweilen leicht gelblichen Grundmasse und aus gröberen oder feineren, von jener eingeschlossenen Körnchen.

Die im Jahre 1844 von Remak (65) veröffentlichten werthvollen Entdeckungen einer komplicirten Struktur des Ganglienzellleibes brachten einen völligen Umschwung der Anschauungen. Remak gelang es nämlich, vorerst an den Zellen des Flusskrebses, später aber auch an den großen Rückenmarkszellen der Rochen, eine feine koncentrisch um den Kern angeordnete Streifung des Plasmas zu beobachten, welche sich bis in den Fortsatz erstreckte, hier jedoch einen parallel zur Längsachse desselben gerichteten Verlauf annehmend. Noch in demselben Jahre beschrieb auch Will (79) an den Nervenzellen von Helix pomatia ein gleiches Verhalten der Zellsubstanz. Das allgemeine Interesse, welches dieser Fund auf Seiten der Histologen erweckte, musste selbstredend Veranlassung zu zahlreichen Nachuntersuchungen werden.

Stilling (12), einer der Ersten, die sich mit jener Frage befassten, glaubte die Remak'sche Lehre in so fern zu erweitern, als er in besagten Streifen feinste sog.

Elementarröhrchen erblickte. Doch vermochte die STILLING'sche Röhrchentheorie den zahlreichen Angriffen nicht lange Stand zu halten. Weit mehr Anklang verschaffte sich dagegen eine andere Vorstellung über die Natur jener Streifen, welche von der Mehrzahl der Anhänger REMAK's, inbesondere aber von FROMMANN (30—32) und M. SCHULTZE (70) vertreten wird. Nach dieser entsprechen die Streifen nervösen, in einer körnigen Grundsubstanz eingelagerten Fibrillen.

An den Ganglienzellen von Wirbellosen wurde die fibrilläre Struktur des Zellleibes namentlich von WALTER (78), LEYDIG (52), DIETL (12) und H. SCHULTZE (69) bestätigt. Letzterer kommt auf Grund ausgedehnter Studien an den Nervenelementen einiger Gastropoden (Helix, Arion), mehrerer Lamellibranchiaten (Unio, Anodonta, Mytilus), sowie verschiedener Anneliden (Hirudo, Lumbricus) zu etwa folgendem Ergebnis. Bei allen erwähnten Objekten lässt sich sowohl an Zellen, als an Fasern, an frischen, wie konservirten Präparaten als letzte Struktureinheit des Nervensystems die Primitivfibrille nachweisen. In frischen Zellen ist die fibrilläre Struktur des öftern verwischt, eine Erscheinung, die ihre Erklärung einzig und allein in ungünstigen Lichtbrechungsverhältnissen findet. Letztere werden bedingt durch die Gegenwart einer die Fibrillen umgebenden Zwischensubstanz, die im Leben zähflüssig und homogen ist, auf Zusatz von Reagentien aber zu den sog. interfibrillären Körnern gerinnt. Nach SCHULTZE's Darstellung erscheinen die Fibrillen als feine, überall glatte Linien in der bekannten koncentrischen bezw. längsstreifigen Anordnung.

Auch bei den Medusen, wo zum ersten Mal in der Thierreihe ein gesondertes, selbständiges Nervensystem auftritt, konnte EIMER (24) in schöner Weise die Zusammensetzung der Nervenzellsubstanz oder, wie der Verfasser passender vorschlägt, des Neuroplasmas aus leitenden Fibrillen bestätigen. Neben Ganglienzellen, die sich vor gewöhnlichen Bindegewebszellen nur durch die Verbindung mit einem Nervenfädchen auszeichnen, fand er auch unter dem Epithel des Schirmrandes in der Nähe der Sinnesorgane solche von bedeutender Größe, wechselnder Form und typischer Streifung im Inneren. Der nicht faserig differenzirte Theil des Zellleibes war körnig.

Interessant sind die Beobachtungen, welche FREUD (29) an den Nervenzellen des Flusskrebses in überlebendem Zustande machte. Unter schwacher Vergrößerung erscheint das Plasma eigenartig matt, »wie chagrinirt«. Erst bei Benutzung stärkerer Systeme gelangen innerhalb einer homogenen Grundsubstanz feinere Strukturen in Form einzelner kleiner Bogenstücke bezw. Plasmastränge zur Ansicht. Indem diese Plasmastränge durch Queranastomosen in gegenseitige Verbindung treten, kommt es zur Bildung eines innig zusammenhängenden Netzwerkes, dessen langgestreckte Maschen sich koncentrisch um den Kern gruppiren. Gegen den Zellfortsatz hin ist das Netzwerk offen; hier gehen die Plasmastränge unter allmählicher Verringerung ihres Breitendurchmessers unmittelbar in isolirte Fibrillen über. Letztere treten als feine, scharfgezeichnete Linien hervor. Die Plasmastränge dagegen sind stärker, rauh, an den Rändern verschwommen und an verschiedenen Stellen ungleich breit.

BÖHMIG (7) beschreibt das Protoplasma der Ganglienzellen bei einigen pulmonaten Schnecken an frischen Präparaten als nahezu homogen; erst bei schärferer Einstellung, besonders aber nach Zusatz von Reagentien, vermag er im Zellleibe abwechselnd hellere und dunklere koncentrische Schichten zu unterscheiden. In den helleren Schichten rufen Reagentien eine feinkörnige Trübung hervor. Die dunkleren Zonen deutet er, wenn ich ihn recht verstehe, als Züge von Fibrillen, obschon

ihm eine Auflösung in solche nicht gelungen ist. Auch der Zellfortsatz zeigt fibrilläre Struktur.

Endlich wies noch VIGNAL (75) an den meisten der von ihm untersuchten Nervenzellen (Crustaceen, Lamellibranchiaten, Gastropoden, Hirudineen, Oligochäten) namentlich bei Anwendung der Osmiumsäure in Form der interstitiellen Injektion oder des Dampfes eine fibrilläre Zeichnung des Zellleibes nach. In der Regel durchsetzen die Fibrillen als Rindenschicht nur die Oberfläche des Zellkörpers, die centrale Masse bleibt frei und stellt sich entweder als ganz homogen (Mollusken) oder als fein granulirt (Hirudineen) heraus. Der Kern liegt meist zwischen diesen beiden Schichten. Bei Lumbricus ist VIGNAL geneigt, die je nach Koncentration des einwirkenden Reagens bald als Granulationen bald als Streifen auftretenden Strukturen als Kunstprodukte aufzufassen.

So viel über die Anhänger der von REMAK begründeten Fibrillentheorie in der ersten Periode der einschlägigen Litteratur. Auf gegnerischer Seite treten hauptsächlich die Namen ARNDT (2 u. 3), KEY und RETZIUS (44), WALDEYER (77), BUCHHOLTZ (8), SOLBRIG (71) und HERMANN (42) hervor.

Nach ARNDT's vergleichend-histologischen Studien an Gehirn- und Rückenmarkszellen, sowie Spinal- und sympathischen Zellen verschiedenor Vertebraten besteht die Zellsubstanz im Wesentlichen aus sog. Elementarkügelchen. Da es rein unmöglich ist, die Ergebnisse seiner Forschungen in der von mir bestrebten Kürze wiederzugeben, so verweise ich zur genaueren Orientirung hierüber auf die Originalarbeit. KEY und RETZIUS (44) lassen den Zellleib zusammengesetzt sein aus einer homogenen Grundsubstanz, in welcher stärker lichtbrechende, runde oder ovale Körnchen, häufig zu Reihen angeordnet, eingebettet sind. Auch WALDEYER (77) und BUCHHOLTZ (8) können eine fibrilläre Struktur nicht nachweisen. SOLBRIG (71) fasst dieselbe als Kunstprodukt auf, indem durch Wirkung der Reagentien auf der Zelloberfläche Einziehungen und Erhabenheiten entstehen, die dem Beschauer Streifen oder Fibrillen vortäuschen. HERMANN (42) bezeichnet die Zellsubstanz der Nervenzellen beim Blutegel als körnig-fibrillär, den Fortsatz findet er vollkommen strukturlos

KRIEGER (47) äußert sich nicht direkt gegen eine fibrilläre Struktur. Das Protoplasma frischer Nervenzellen — seine Untersuchungen beschränken sich nur auf solche von Astacus fluviatilis — stellt sich ihm als feinkörnig, sonst aber als völlig homogen dar. Die betreffende Granulirung tritt nach Einwirkung von Chromsäure schärfer heraus. Doch erst Präparate, welche mit stärkeren Säurelösungen (Pikrin-, Chrom- oder Osmiumsäure) behandelt wurden, zeigen die streifige Struktur. Zu ähnlichen Resultaten kommt auch YOUNG (80).

Mit den Arbeiten FLEMMING's (25, 26) und LEYDIG's (53, 54) treten wir in eine neue Periode der Lehre von der Nervenzellstruktur. Dieselbe ist eng verknüpft mit jenen großartigen Erfolgen, welche auf dem gesammten Gebiete der Cellularhistologie Dank der Verbesserung unserer optischen Hilfsmittel gewonnen wurden.

Wie bei den verschiedensten anderen Zellarten, so konnte FLEMMING (25) auch bei den Nervenzellen, speciell bei den Spinalzellen die ganze Masse des Plasmas in zwei Hauptsubstanzen trennen: Eine festere sog. Filarmasse und eine homogene flüssige oder festweiche Zwischensubstanz (Interfilarmasse). An frischen Zupf- oder Schnittpräparaten gelingt diese Trennung des Plasmakörpers vorläufig noch nicht. Die anscheinend gleichmäßige, matte Granulirung desselben ist so dicht, dass auch unter Benutzung stärkster Systeme eine Entscheidung darüber, ob Körner oder Fäden vorliegen, nicht getroffen werden kann. Erst nach Chromsäurefixirung, Alkoholhärtung und Färbung der Schnitte mit Hämatoxylin erscheinen

innerhalb der homogenen, leicht mitgefärbten Zwischensubstanz, in gleichen Abständen von einander entfernt, feine Fädchen, die vielfache Windungen und Knickungen beschreiben und von Strecke zu Strecke dickere Knötchen oder Körnchen von unregelmäßiger Gestalt und rauher Begrenzung tragen. Die Fragen, ob jene Gebilde Verdickungen der Fäden oder diesen aufgelagerte und von ihnen verschiedene Substanzportionen sind oder endlich, ob dieselben nur lokale, engere Windungen bezw. Aufknäuelungen der Fäden darstellen, lässt der Verfasser offen. Eben so vermag er keinen sicheren Aufschluss über das fernere Verhalten der Fädchen zu geben. Sind sie nur Theilstücke eines einzigen in vielfachen Windungen durch die Zellsubstanz ziehenden Fadens oder sind sie streng von einander isolirte Fädchen oder endlich gewundene Bälkchen eines Netzwerkes? Körner und Fäden, namentlich erstere, färben sich gleich dem Kernchromatin, nur schwächer und in anderer Nuance. Mit dem Kerne gehen die Fäden keine Verbindung ein.

Fast gleichzeitig mit Flemming nahm Leydig (53, 54), angeregt durch die Einwände Solbrig's gegen eine präformirte koncentrische Streifung der Ganglienzellen und im Anschluss an zahlreiche, eingehende Zell- und Gewebsstudien, seine Untersuchungen wieder auf, Anfangs nur an Nervenzellen von Limax- und Arion-Arten, später auch an solchen von Aulastomum, Astacus, Dyticus und von verschiedenen Wirbelthieren. Die Resultate seiner Untersuchungen lassen sich etwa in folgenden Hauptpunkten zusammenfassen: Das Protoplasma der Ganglienzellen zeigt wie dasjenige aller anderen Zellen einen deutlich schwammigen Bau. In den Maschenräumen des festeren, protoplasmatischen Schwammwerkes, welches er Spongioplasma nennt, befindet sich eine homogene, flüssige bezw. halbflüssige Substanz, das Hyaloplasma. Das Spongioplasma besteht aus feinsten, netzartig verbundenen Faserbälkchen, deren Knotenpunkte zu stärkeren, spindeligen Körperchen angeschwollen sind und einen für die Nervenzellen charakteristischen, koncentrischen Verlauf einhalten. Sie sind es, die jene Strichelung hervorrufen und bei schwacher Vergrößerung zu scharf gezeichneten Linien von überall gleichem Durchmesser verschwimmen. Das Spongioplasma setzt sich durch den Fortsatz hindurch in die Nervenfaser fort, immer noch den schwammigen Charakter beibehaltend, nur mit dem Unterschied, dass jetzt die spindelig verdickten Knotenpunkte des Netzes eine der Längsachse parallele Anordnung annehmen. Zur Aufnahme des Kernes wird im Inneren des Zellkörpers vom protoplasmatischen Flechtwerk ein Hohlraum abgesteckt, durch welchen hindurch sich vom Plasma aus ein Netz feinster Fäserchen zum Kern erstreckt, mit dem Gerüstwerk des letzteren anscheinend nach Durchsetzung der durchlöcherten Kernmembran in Verbindung tretend. Weiterhin stellen auch Ausläufer des Spongioplasmas zwischen den Ganglienzellen und den »Matrixzellen« des umgebenden Gewebes einen ununterbrochenen Zusammenhang her. So beobachtete Leydig diese Verbindung bei Spinalzellen, von deren Spongioplasma aus feine Fädchen hinübertraten zu dem noch nicht differenzirten, die Kerne der neurilemmatischen Scheide umgebenden Plasma; ferner soll ein derartiger Zusammenhang zwischen den Nervenzellen der grauen Substanz und dem Neurogliagerüst bestehen. Auf Grund all dieser Beobachtungen wird Leydig nun zu der Annahme gedrängt, dass als eigentliche, nervöse Substanz das Hyaloplasma zu betrachten ist, während dem Spongioplasma nur die Funktion eines Stütz- und Hüllgerüstes zukommt.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch Rohde (67, 68) und Nansen (55).

Rohde (68) unterscheidet bei Hirudineen am Nervenzellplasma ebenfalls Spongio- und Hyaloplasma: ersteres besteht aus einem wirren Flechtwerk bald

gröberer, bald feinerer Fibrillen, die für Farbstoffe sehr empfänglich sind und auf Schnitten als Körnchen oder kurze Fäserchen erscheinen. Das Hyaloplasma ist homogen, schwer oder gar nicht färbbar und die eigentlich leitende oder erregbare Substanz. Auch Rohde sah aus dem Faserwerk des einhüllenden, neurilemmatischen Stützgewebes — nach ihm Subcuticularfasergewebe — feinste Reiserchen in das Spongioplasma der Ganglienzelle treten und daselbst mit den nervösen Fibrillen verschmelzen.

Nansen (55) bringt die alte Stilling'sche Lehre, freilich in abgeänderter Form und im Lichte Leydig'scher Vorstellungen wieder zur Geltung. Nach ihm — er untersuchte verschiedene Wirbellose, von Vertebraten: Amphioxus und Myxine — bildet das innerhalb der Nervenzell- und Achsencylindersubstanz netzförmig vertheilte Spongioplasma die Wände feinster Röhrchen, sog. Elementarprimitivröhrchen, während das flüssige Hyaloplasma als eigentliche nervöse Substanz, den Hohlraum dieser Röhrchen erfüllt. Dazu kommt noch eine dritte, nicht näher zu bestimmende Substanz, welche mit gewissen Reagentien, wie Osmiumsäure etc. eine Dunkelfärbung des Plasma bewirkt.

Über die Arbeiten von Rawitz (61) und Haller (35—37) nur ganz kurze Bemerkungen. Zunächst Rawitz (61). Nach seinem Befunde an Nervenzellen von Muscheln besteht der Zellleib aus zwei Theilen; aus einer festeren netzförmig angeordneten Substanz und aus einer zähen ölartigen, tropfenbildenden, in den Maschen der ersteren suspendirten Zwischenmasse. Rawitz neigt sich mehr zu der Ansicht, welche die flüssige Substanz als den Träger der nervösen Funktionen auffasst.

Eigenartig sind die Anschauungen Haller's (35) über die Plasmastruktur der Nervenzellen. Letztere ist, auch bei Zellen derselben Art und derselben anatomischen Stelle, durchaus nicht beständig, sondern einem physiologischen Wechsel unterworfen. Das Protoplasma — Haller scheidet wie Kupffer die Zellsubstanz in Proto- und Paraplasma — besteht nämlich aus kurzen Fädchen, welche innerhalb der Zwischensubstanz (Paraplasma) je nach dem Funktionszustande der Zelle bald ganz unregelmäßig zerstreut, bald in höchst charakteristischer Weise angeordnet sind. So erscheint bei gleichmäßiger Vertheilung der Fädchen im Zellkörper derselbe feiner oder gröber granulirt; reihen sich die einzelnen Fädchen oder auch Fädchenbündel hinter einander zu längeren Fäden bezüglich zu den nervösen Fibrillen auf, so entstehen koncentrisch gestreifte Zellformen; endlich können sich die Fädchen auch zu einem Netzwerk zusammenfügen und dem Plasma einen retikulirten Charakter verleihen.

Eine von der Haller'schen wesentlich abweichende Deutung der nervösen Fibrille giebt in neuester Zeit Altmann (1), entsprechend der von ihm aufgestellten Granulatheorie, nach welcher der Zellkörper im weiteren Sinne aufzufassen ist als ein Vielfaches von Körnchen oder Granulis. Diese Granula sind die letzten Einheiten des organisirten Stoffes und die Träger und Vermittler der Lebensvorgänge in der Zelle, also Elementarorganismen. Doch sind sie außerhalb des Verbandes der Zelle nicht lebensfähig. Die jene Körnchen einbettende Zwischensubstanz (Intergranularmasse) zeigt eine noch feinere Zusammensetzung aus lebenden Granulis und bildet die Matrix für die gröberen Granula. Erst die noch zwischen den feinsten Körnchen übrig bleibende Substanz ist strukturlos und todt. Innerhalb des Zellkörpers sind die Granula bald gleichmäßig vertheilt, bald zu Fäden an einander gereiht. Altmann unterscheidet zwei Arten von Fäden, echte oder animale, zu welchen die Nerven- und Muskelfibrillen gehören, und vegetative, welche ganz

verschiedenen Zellgattungen zukommen. Im Gegensatze zu letzteren, welche im Zusammenhang mit der Zellthätigkeit verschwinden und sich wieder bilden können, bleiben die animalen Fäden das ganze Zellleben hindurch formbeständig.

Bütschli (9) nimmt eine netzförmige, alveoläre Beschaffenheit der Nervenzellsubstanz an. Dieses Plasmanetz entspricht einem Wabenwerke, indem die Begrenzungslinien der einzelnen ziemlich regelmäßig gebauten und koncentrisch um den Kern gruppirten Maschen die optischen Durchschnitte von Wabenwänden darstellen. Auf diese seine Theorie wurde Bütschli durch die Betrachtung mikroskopischer Schäume geführt; denn ein Ölseifenschaumtropfen bietet im mikroskopischen Bilde dasselbe netzförmige Aussehen, wie das lebende Plasma. Die schaumige bezüglich wabige Struktur ist nun eine allgemeine Eigenschaft des Protoplasmas; die Ganglienzellen sind daher vor den übrigen einzig und allein gekennzeichnet durch die Streckung und koncentrische Anordnungsweise der Maschen, ferner durch den Zellfortsatz, in welchem die Maschen parallel zur Längsrichtung eingestellt sind.

Eine Gruppe für sich bilden die Untersuchungen von Kronthal (48) und Dogiel (13). Anlass zu denselben gab die von P. Ehrlich (15) in der Mitte der achtziger Jahre entdeckte eigene Reaktion der lebenden Nervensubstanz auf Methylenblau. Die ersten Forscher, welche die neue Methode auf ihre Gebrauchsfähigkeit hin prüften und größtentheils die Ehrlich'schen Befunde bestätigen und erweitern konnten, hatten die feinere Anatomie der Nervenzelle zunächst nicht im Auge. Erst Kronthal (48) arbeitete in diesem Sinne. Da es ihm indessen niemals gelang am lebenden Thiere befriedigende Resultate zu erzielen, modificirte er das Ehrlich'sche Verfahren in so fern, als er kleine, dem frisch getödteten Thiere entnommene Theilchen der grauen Rückenmarkssubstanz direkt mit Methylenblau behandelte. Nach Entfernen des überschüssigen Farbstoffes wurden die Präparate zur Trockne der Luft ausgesetzt und schließlich in Kanadabalsam eingebettet. Das Zellplasma, eben so die Protoplasmafortsätze boten deutlich eine fibrilläre Zeichnung dar, der Achsencylinderfortsatz hingegen erschien vollständig ungefärbt und strukturlos. Bei Präparaten, die erst längere Zeit nach dem Tode dem Kadaver entnommen wurden, waren die Fibrillen zu spindelförmigen bezw. rundlichen Körpern zerfallen.

Weit einwandsfreier, als diese höchst eingreifende Behandlungsweise, ist das von Dogiel (13) eingeschlagene Verfahren. Dogiel lässt stark verdünnte Methylenblaulösung auf die überlebende Nervensubstanz einwirken und fixirt dann die Farbe mit einer Mischung von Ammoniumpikrat- und Osmiumsäurelösung. Als vorzügliches Objekt hierzu erwies sich die Retina der Wirbelthiere. In den so erhaltenen Präparaten tritt klar und deutlich der Aufbau der Nervenzellen aus feinen isolirten Fibrillen hervor, ganz nach dem Schultze'schen Typus. Da sich die nervösen Fibrillen durch ihre intensive Färbung scharf von der nur schwach tingirten Grundsubstanz abheben, konnte Verlauf und Vertheilung derselben im Zellkörper und den Fortsätzen gut verfolgt werden. Mit dem Kerne stehen die einzelnen Fibrillen in keinem Zusammenhang, vielmehr durchkreuzen und durchflechten sich dieselben im Zellleib derart, dass ein Theil der Fasern aus einem Protoplasmafortsatz in den anderen, ein anderer Theil aus den Protoplasmafortsätzen in den Achsencylinder übertritt. Die Nervenzellen erscheinen demnach gewissermaßen als ein kernhaltiges Geflecht nervöser Fibrillen, als eine Zwischen- bezw. Auswechselstation im Verlaufe verschiedener Leitungsbahnen.

Eine eigene Gestaltung scheint die Lehre vom Bau der Nervenzellen nach den neuesten Untersuchungen Nissl's (56—59) zu gewinnen. Bisher stimmte man allge-

mein in der Ansicht überein, dass die den verschiedensten Stellen des Nervensystems entnommenen Ganglienzellen bezüglich ihres feineren Baues, wesentlich immer die gleichen Strukturverhältnisse darböten. Dieser Annahme stellt sich NISSL aufs entschiedenste entgegen. Auf Grund der von ihm festgestellten Thatsachen glaubt er unbedingt folgern zu müssen, dass jeder anatomisch und physiologisch begrenzten Nervenzellart auch eine gewisse Besonderheit der Struktur zukomme. Demnach zerfallen die Nervenzellen in eine Reihe morphologisch wohl von einander unterscheidbarer Formen, denen auch Zellkerne von bestimmtem, substantiellem Verhalten entsprechen. NISSL's Angaben beziehen sich nur auf die verschiedenen Nervenzellgattungen der höheren Vertebraten, insbesondere der Säuger und des Menschen. Seinen Untersuchungen legt er ein eigenes Härtungs- und Färbeverfahren zu Grunde. Zur Fixirung und Härtung verwendet er ausschließlich 96%igen Alkohol, zur Färbung wässerige Lösungen basischer Aniline, namentlich gern Magentaroth und Methylenblau.

An derartig behandelten Präparaten treten die einzelnen Struktureigenthümlichkeiten ungemein deutlich und schön hervor. Zunächst besteht der Zellleib aus zwei gut durch die Farbe von einander geschiedenen Substanzen; einer vollständig ungefärbten, häufig Pigmentkörner enthaltenden Zwischen- oder besser Grundsubstanz und einem färbbaren geformten Bestandtheil. Der letztere zeigt wiederum eine Reihe von Formen. NISSL beschreibt drei Grundformen: 1) Körnchen, 2) Fäden und 3) Körperchen d. h. größere »Substanzportionen« von entweder typischer (Spindeln, Kegel etc.) oder von ganz mannigfacher und unregelmäßiger Gestalt, häufig dann mit strahlenförmigen Fortsätzen versehen. Die genannten Körperchen können an sich homogen sein, dann aber wieder in ihrem Inneren ungefärbte Stellen (Vacuolen?) enthalten und so auf eine weitergehende Zusammensetzung hinweisen.

Die Anordnung der färbbaren Elemente innerhalb des Zellleibes ist bei den einzelnen Nervenzellen je nach Funktion und anatomischer Lage eine verschiedene, entweder eine parallelstreifige oder netzartige oder endlich eine »Kombinationsform« beider. Nach diesem unterscheidet NISSL vier Hauptstrukturtypen. 1) Grobkörnig streifiger Typus, 2) grobkörnig netzförmiger Typus, 3) Typus der spinalen, 4) Typus der PURKINJE'schen Zellen. In jeder der vier genannten Gruppen lassen sich wieder mit Rücksicht auf die Menge der gefärbten Substanz drei besondere Zellformen abgrenzen: helle, dunkle und chromophile (überfärbte) Zellen. Im letzteren Falle ist die Zwischensubstanz auf ein Minimum reducirt und die Zelle desshalb ganz dunkel und gleichmäßig gefärbt. Der Achsencylinder zeigt sich im Gegensatz zu den Protoplasmafortsätzen, welche in ihrem Verhalten dem Zellleib gleichen, wenig oder gar nicht gefärbt, strukturlos.

Nach QUERVAIN (60) werden die chromophilen Spindeln, so bezeichnet er die färbbare Substanz, durch Anhäufungen feiner Körnchen gebildet und entsprechen dem zufolge wohl den Lagerstätten der SCHULTZE'schen interfibrillären Körner. Die eigentliche fibrilläre Struktur müsse dagegen in der ungefärbten oder doch nur schwach gefärbten Zwischensubstanz gesucht werden, obschon ein Beweis hierfür vorläufig noch nicht beizubringen sei.

v. LENHOSSÉK (50) kann der QUERVAIN'schen Auffassung über die Zusammensetzung der chromophilen Spindeln nicht in ihrem ganzen Umfange beipflichten. Wohl findet auch er das Innere einzelner Schollen eigenthümlich ungleichartig gefärbt, zuweilen selbst wie mit Vacuolen durchsetzt, die Ränder der Schollen weniger scharf gezeichnet und hin und wieder in Körnchen aufgelöst. Durchgängig

treten diese Erscheinungen jedoch nicht zu Gesicht. Vielmehr erweisen sich die meisten der chromophilen Körperchen als völlig homogen und durchaus nicht als zusammengesetzte Bildungen. Für die Zwischenmasse nimmt LENHOSSÉK ebenfalls eine feinere, allerdings an der Grenze des Sichtbaren stehende Struktur in Form eines Schaum- oder Wabenwerkes an.

2) Bau der Zellsubstanz. Für die Untersuchung der feineren Bauverhältnisse der Nervenzellsubstanz ist, wenigstens nach meinem Ermessen, das Nervensystem des Flusskrebses ein ganz besonders günstiges Objekt. Aus diesem Grund behandle ich vorzugsweise die Nervenzellen dieses Thieres. Erst im Anschlusse hieran und gewissermaßen nur vergleichsweise soll dann die Beschreibung der Nervenzellstruktur bei einigen anderen Vertretern aus der großen Reihe der Wirbellosen folgen. Schon im Voraus will ich jedoch betonen, dass, obwohl ein gemeinsamer Grundzug in dem morphologischen Aufbau der Zellsubstanz bei den verschiedenen untersuchten Formen nicht zu verkennen ist, sinnfällige Unterschiede genug bestehen, welche den einzelnen Zellarten ein gewisses eigenartiges Gepräge verleihen.

Untersuchung im frischen Zustand: Prüfen wir zunächst die Verhältnisse an den Nervenzellen im frischen Zustande und zwar beim Krebs. Am besten isoliren wir dieselben aus dem Schwanzganglion und bringen sie nach Zusatz indifferenter Flüssigkeiten (physiologische Kochsalzlösung, Leibesflüssigkeit) unter das Mikroskop. Bei mittelstarken Vergrößerungen zeigt dann das Protoplasma derselben ein mehr oder weniger stark gekörntes Aussehen. Eingebettet in einer eigenthümlich mattglänzenden, zähen, festweichen und anscheinend strukturlosen Grundmasse finden sich zahlreiche kleine, stark lichtbrechende Körperchen, welche in dichter Aneinanderlagerung jene Körnelung hervorrufen. Ganz im Gegensatz zu FREUD bemerke ich diese Körperchen auch bei Anwendung stärkster Systeme, ohne dass ich aber über ihre eigentliche Gestalt und Größe zu einer bestimmten Vorstellung kommen kann. Dadurch nämlich, dass die Körperchen gegen ihre Peripherie hin in allmählicher Abstufung mehr und mehr an Lichtbrechungsvermögen einbüßen, werden ihre Umrisse undeutlicher und verschwimmen förmlich mit der Umgebung. Allerdings glaubte ich hin und wieder an ihnen bei recht scharfer Einstellung eine länglich runde Form wahrzunehmen, so besonders an der Übergangsstelle des Zellleibes in den Fortsatz, wo die Körperchen weniger dicht und nicht selten auch reihenweis hinter einander liegen.

Im Fortsatz selbst wird die Körnelung nach und nach spärlicher und geht schließlich in eine äußerst zarte, in ihren Kontouren kaum scharf hervortretende Längsstreifung über. Bemerken möchte ich hier,

dass in den Nervenfasern selbst diese Längsstreifung nicht mehr angedeutet, der Inhalt derselben vielmehr völlig homogen und wasserklar gefunden wird. Erst durch Einwirkung gewisser Reagentien können die Fibrillen sichtbar gemacht werden.

Zuweilen gelingt es auch bei Verwendung mittelstarker Vergrößerungen und Einstellung des Tubus auf die Zelloberfläche eine feine Streifung zu beobachten, welche vom Fortsatz aus in den Zellleib ausstrahlt, in ihren einzelnen Linien jedoch schwer gesondert zu verfolgen ist. Ohne Zweifel haben wir hier die schon von Remak gesehene Streifung der Zellsubstanz vor uns. Bei Benutzung stärkster Vergrößerungen verschwindet indessen die streifige Beschaffenheit des Zellplasmas und als letzte Struktureinheiten bleiben auch an der Zelloberfläche jene oben erwähnten Körperchen (Fig. 1). Was stellen nun diese vor? Sie mit den von Freud als Plasmastränge gedeuteten Bildungen zu identificiren, scheint mir keineswegs den thatsächlichen Verhältnissen zu entsprechen, indem Plasmatheilchen von der Größe dieser Körperchen wohl kaum Anspruch auf eine derartige Bezeichnung erheben können. Andererseits vermag ich auch nicht, wenigstens am frischen Präparate, irgend welche Querverbindungen, wie sie beispielsweise von Freud an seinen Plasmasträngen beschrieben werden, zwischen den einzelnen Elementen zu entdecken.

Eine weitere Frage ist die: Sind diese Körperchen überhaupt als präformirte Plasmabestandtheile zu betrachten, oder sind sie nur künstlich erzeugt, vielleicht durch Gerinnungen innerhalb des absterbenden Plasmas? Hierüber müssen uns Nervenzellen im überlebenden Zustande, d. h. solche dem noch lebenden Organismus entnommene, Aufschluss ertheilen. Und in der That können wir auch an solchen die bewussten Gebilde wiederfinden, nur dass sie hier noch etwas verwaschener und gegen die Umgebung weniger deutlich abgesetzt erscheinen.

Weiteres über die Natur der Körperchen, ob sie etwa freie Granula oder Fadenverdickungen oder endlich noch feiner zusammengesetzte Bildungen darstellen, erfahren wir indessen nicht mehr. Zu diesem Zwecke ist es rathsam, die Bestandtheile durch geeignete Mittel möglichst naturgetreu zu fixiren und durch eine Färbung hervorzuheben.

Zuvor aber noch einige andere Beobachtungen am frischen Protoplasma. Um den Kern finden sich die Körperchen in äußerst dichter und ziemlich gleichmäßiger Vertheilung. Die Kernmembran stellt sich für den ersten Blick als ziemlich scharf gezeichnete, allseitig geschlossene Kreislinie dar, ist also nicht doppelt kontourirt, wie vielfach angegeben wird. Bei längerer und schärferer Betrachtung gewahrt

man indessen, dass sie nicht überall von gleicher Dicke ist, sondern in ihrem Verlaufe von Strecke zu Strecke knötchenförmige Verstärkungen bald von rundlicher, bald von spindeliger Gestalt besitzt.

Von den Knötchen treten sowohl centralwärts, d. h. nach dem Kerninneren zu, besonders aber peripheriewärts in das Plasma hinein, ungemein dünne spitzenartige Ausläufer ab, die sich, wie das wenigstens bei den peripher gerichteten zu ermitteln ist, zu feinen Fädchen verlängern. Die letzteren werden namentlich dann deutlicher, wenn mit Nachlassen des Innendruckes im Kern, aus einer mir nicht ganz klaren Ursache, vielleicht beim Absterben der Zelle, die Kernmembran sich leicht von der Zellsubstanz abhebt, und dadurch ringsum oder nur stellenweise zwischen Kern und Protoplasma ein schmaler lichter Saum oder Hof sichtbar wird. Durch diesen Spaltraum hindurch finden wir dann die genannten Fädchen ausgespannt. Auf die eben geschilderte Erscheinung werde ich unten bei der Besprechung der Ganglienzellen von Schnecken noch einmal zurückkommen, hier möchte ich sie nur angedeutet wissen. Besondere Zelleinschlüsse, wie etwa Pigmentkörnchen, Fett- oder Myelinkügelchen und dergleichen, konnte ich bei den Nervenzellen des Krebses nicht feststellen.

Untersuchung konservirter und gefärbter Präparate: Betrachten wir nun die Verhältnisse an Schnittpräparaten. Zur Färbung derselben benutzte ich vornehmlich eine wässerige Methylenblaulösung in der von Nissl angegebenen Koncentration und unter Beimischung geringer Mengen venetianischer Seife. Die Nissl'sche Methode der Nervenzellfärbung auch bei Wirbellosen zu versuchen, schien mir um so gerathener, als jenes Verfahren bis jetzt, so viel mir bekannt, bei Arbeiten auf diesem Gebiete noch keine Berücksichtigung gefunden hat.

Um die Methode indessen für meine Zwecke verwerthen zu können, waren einige geringe Abänderungen in dem gewöhnlichen Gange derselben unerlässlich. Zunächst handelt es sich um die Frage der Einbettung. Nissl lehnt von vorn herein jede Einbettung der Untersuchungsobjekte ab, vielleicht von dem Gedanken geleitet, dass mit der Zahl der Behandlungsarten, welche das Präparat erfährt, auch die Zahl der Möglichkeiten wächst, hierbei Artefakte zu erhalten, vielleicht auch nur aus dem Grunde, die Einwirkung des absoluten Alkohols auf die Zellsubstanz ganz auszuschließen, was ja bei dem Einbettungsverfahren nicht durchführbar. Wohl habe ich versucht, ohne Einbettung zu arbeiten, indem ich die schnittfertigen Objekte direkt aus 96 %igem Alkohol in Hollundermark eingeklemmt oder vermittels Gummi arabicum auf Kork befestigt in das Mikrotom brachte. Allein mit Rücksicht

auf die Kleinheit der Organe, wie sie mir vorlagen, lässt sich auf diese Weise nicht viel anfangen. Selten gelingt es so, derartig feine Schnitte herzustellen, wie sie die Untersuchung der Zellstruktur unbedingt erfordert: lückenlose Schnittreihen sind überhaupt nicht möglich. Letztere zu erhalten, war mir aber von Belang, denn gerade durch Rekonstruktion des Ganzen aus den einzelnen Theilstücken, in welche der Zellkörper der Reihe nach durch das Messer zerlegt wird, gewinnt man erst eine klare Vorstellung vom Zusammenhang der Strukturelemente unter einander. Somit wurde ich nothwendigerweise zur Paraffineinbettung gedrängt. An Vergleichspräparaten konnte ich mich denn auch überzeugen, dass sich etwaige Artefakte bei nur einiger Vorsicht und Aufmerksamkeit recht wohl vermeiden lassen.

Der von Nissl für seine Färbung als Fixativ vorgeschlagene 96%ige Alkohol lässt sich auch bei den Nervenzellen der Evertebraten mit gutem Erfolge anwenden; indessen muss ich gestehen, dass Sublimat mit nachfolgender Alkoholhärtung dem erstgenannten Reagens in keiner Weise nachsteht, ja vor jenem vielleicht noch den Vorzug hat, dass es nebenbei auch zur Fixirung der Kernstruktur brauchbar ist.

Zur Fertigstellung für die Färbung werden nun die Schnitte mit Eiweißglycerin auf dem Deckglase befestigt, und nachdem das Paraffin geschmolzen, in Xylol gelöst und mit absolutem Alkohol abgespült, in 96%igen Alkohol gelegt. Vermittels einer Pipette bringt man dann einen Tropfen der Farbstofflösung auf die Objektseite des Deckglases und erwärmt dasselbe vorsichtig über offener Spiritusflamme, bis leichte Dämpfe aufsteigen. Nach dem Erkalten des Deckglases werden die Schnitte in Anilinöl-Alkohol (1 : 9) ausgewaschen und zuletzt in Kanadabalsam oder besser noch nach Nissl in Benzinkolophonium eingeschlossen.

Unter all den in Betracht kommenden Anilinfarbstofflösungen gebe ich dem Methylenblau namentlich desshalb den Vorzug, weil dasselbe, wenigstens nach meinen Beobachtungen, auch bei konservirten Präparaten eine große Affinität zu den Plasmatheilchen äußert. Das Kernchromatin dagegen berührt es nur wenig, wohl aber wieder die Nucleolen. Magentaroth [1] zeigt diese Neigung in weit geringerem Grade und haftet weniger fest. Über das von Hoyer in die Färbetechnik eingeführte, von Lenhossék zum ersten Male an den Nervenzellen einiger Säuger geprüfte Thionin habe ich in dieser Beziehung leider keine Erfahrung sammeln können, doch lässt die nahe chemische Verwandtschaft dieses Farbstoffes zum Methylenblau schon im Voraus auf günstige Resultate schließen.

Die Plasmastruktur der Nervenzellen vom Krebs gelangt nun in

[1] Syn.: Fuchsin, Diamantfuchsin.



der Methylenblaufärbung folgendermaßen zur Ansicht. Übereinstimmend mit den Befunden NISSL's und Anderer an Ganglienzellen von Säugern können wir auch an denen des Krebses die ganze Masse des Plasmas in zwei wesentlich durch ihr Verhalten zum Farbstoff gekennzeichnete Substanzen scheiden, nämlich in eine stark färbbare, strukturgebende Substanz und in eine anscheinend homogene, kaum oder überhaupt nicht gefärbte Zwischenmasse. Die erstere wird dargestellt durch eine große Anzahl tiefblau gefärbter, dicht neben einander lagernder Gebilde von verschiedener Gestalt und Größe, welche bei oberflächlicher Betrachtung und einer weniger starken Vergrößerung in keinem näheren Zusammenhang mit einander zu stehen scheinen. Im Ursprungstheil des Zellfortsatzes haben diese Gebilde fast durchgängig eine spindelige Form. Diese Spindeln sind in der Regel mit ihrer Längsachse parallel zu der des Fortsatzes gestellt und zu Reihen oder Zügen hinter einander gruppirt. Durchschnittlich halten sie wohl gleiche Größe ein; häufig begegnet man indessen auch vereinzelten kleineren Spindeln oder mehr oder weniger rundlichen Bildungen.

Je weiter nun die Spindelreihen in den Zellleib vorrücken, um so mehr treten sie aus einander, und um so kürzer werden die einzelnen Reihen. Selten sehen wir noch Züge mit mehr als drei oder vier Elementen.

Im Inneren des Zellkörpers wird auch die Form der gefärbten Körperchen eine ziemlich mannigfache und regellose. Bald treffen wir Spindeln von gewöhnlicher Größe, bald wieder kleinere; dann wieder zwischen ihnen unregelmäßig vertheilt rundliche Körperchen von wechselndem Durchmesser, die kleineren häufig etwas schwächer gefärbt. Theilweise verrathen die einzelnen gefärbten Elemente, besonders bei Besichtigung des Gesammtbildes mit mittelstarken Linsen, eine koncentrische Anordnung zur Kernperipherie. Das Plasma aber hat im Ganzen ein grobkörniges, »getigertes« Aussehen.

Da um den Kern die Körperchen dichter liegen, kommt es im Plasma zur Scheidung einer dunkler gefärbten Kernzone von einer etwas helleren peripheren Schicht. Beide sind jedoch nicht so schroff von einander abgegrenzt, sondern allmählich in einander übergehend. In den Fig. 1 und 2 habe ich dieses Verhalten der Zellsubstanz absichtlich nicht so bestimmt hervorgehoben, um nicht die Deutlichkeit und Übersichtlichkeit des Bildes zu beeinträchtigen.

Wie ich schon an frischen Präparaten bemerken konnte, enthält die Kernmembran Verdickungen, Knötchen. Die Färbung bringt diese Struktureigenthümlichkeit noch bestimmter zum Ausdruck, indem die Verdickungen ganz dieselbe starke Verwandtschaft zu den Tinktionsflüssigkeiten bekunden wie die chromophilen Körperchen im Zellleibe.

Nur in der Gestalt weichen sie von jenen um Einiges ab. Bezüglich ihrer Form könnte man sie nämlich fast mit gleichschenkeligen Dreiecken vergleichen, welche mit ihrer längeren Basis ringsum der Kernperipherie aufsitzen, mit dem mehr oder weniger stumpfen Scheitel gegen den Zellleib gerichtet sind und von der Spitze aus einen feinen, blassgefärbten, fädchenförmigen Ausläufer in das Plasma hinein senden. Auch die Basiswinkel sind beiderseits zu fadenförmigen Verlängerungen ausgezogen. Letztere sind aber bedeutend stärker als jene Spitzenausläufer und verschmelzen mit denjenigen benachbarter Dreiecke zu einem gemeinsamen Verbindungsstück. So entsteht also ein Kreis typisch geformter Knötchen, eines neben dem anderen und verbunden durch dickere Fadenstücke — die Kernmembran.

Manche der eben geschilderten Einzelheiten kommen jedoch erst bei Benutzung stärkster Systeme zur Beobachtung. Ich will desswegen vorläufig nicht weiter auf die genauere mikroskopische Analyse dieser Dinge eingehen, da ich später nochmals auf die berührten Verhältnisse im Zusammenhang mit noch anderen Erscheinungen, theils am Kern, theils am Plasma, zurückkommen muss.

Absichtlich habe ich bisher streng vermieden, die im Vorstehenden häufig gestreiften, chromophilen Körperchen als Granula oder Körnchen zu bezeichnen. Fürs Erste hat der Begriff »Granulum« neuerdings durch das Vorgehen Altmann's eine Bedeutung gewonnen, welche den hier in Betracht kommenden Elementen keinesfalls zugerechnet werden darf. Ferner versteht man wohl heute im Allgemeinen unter Granula im eigentlichen Sinne isolirte, d. h. in keinem näheren, substantiellen Zusammenhang mit dem Gerüstwerk der Zellsubstanz stehende Plasmatheilchen.

Wie aber die genauere Betrachtung lehrt, stellen unsere Körperchen keine freien, für sich selbständigen Bildungen des Protoplasmas dar, sondern sind durch fadige Zwischenstücke in bestimmter, gleich näher zu beschreibender Weise mit einander verbunden. Am klarsten übersieht man diese Verhältnisse auf solchen Zelldurchschnitten, bei welchen auch der Fortsatz getroffen und zwar möglichst parallel zum Längsdurchmesser. Fig. 2 führt einen derartigen Schnitt vor; allerdings fällt hier der Fortsatz nicht seiner ganzen Länge nach in die Schnittebene.

Im Fortsatz oder besser in dessen Ursprungskegel hatten wir oben die Spindel als die Grundform der chromophilen Körperchen erkannt. Auch bei stärkster Vergrößerung sind diese Spindeln nun äußerst kleine Gebilde mit recht verschiedenem Dickendurchmesser, so dass wir bald mehr rundliche, bald mehr längliche Formen im bunten

Wechsel vor das Auge bekommen. Immerhin herrschen aber die letzteren vor. So weit nur ein Einblick in das Innere dieser Körperchen mit Rücksicht auf den winzigen Umfang derselben möglich war, erschienen sie mir durchweg homogen. In ihren Umrissen heben sie sich ziemlich scharf von der umgebenden farblosen Zwischenmasse ab, zeigen also keine körnige Auflösung an den Rändern, sofern von letzteren als solchen überhaupt gesprochen werden kann. An den Enden spitzen sich die Körperchen mehr oder weniger plötzlich zu, dabei in einen feinen Faden auslaufend, durch welchen sie mit einer anderen Spindel in Verbindung treten. Diese Verbindungsstücke sind, besonders in ihrem mittleren Theile, schwächer gefärbt und entgehen in Folge dessen bei flüchtiger Untersuchung leicht der Beobachtung. Dort, wo bei glücklicher Schnittführung im Ansatzstück des Fortsatzes mehrere Reihen solcher Spindeln in das Gesichtsfeld fallen, will es nicht selten auch gelingen, an einer oder der anderen von ihnen, Glied für Glied jenen Verbindungsfaden wahrzunehmen. Es unterliegt also keinem Zweifel mehr, dass wir es hier mit nichts Anderem als mit längeren oder kürzeren Theilstücken von Fäden zu thun haben, Fäden, die in ihrem Verlaufe von Strecke zu Strecke spindelförmige Verdickungen tragen.

Wenn wir nun überlegen, wie wenige dieser varikösen Fibrillen innerhalb der homogenen Zwischenmasse einen durchaus geraden und gestreckten Verlauf einhalten, die meisten vielmehr bald sich heben, bald wieder senken, bald leichte seitliche Biegungen beschreiben werden, wie ferner selten der Schnitt so günstig geführt werden kann, dass der Fortsatz und sein Ursprung aus dem Zellkörper gerade genau parallel zu seiner idealen Längsachse getroffen ist, so werden wir auch nicht überrascht sein, nur Theilstücke von Fäden, ja häufig nur paarweise verbundene oder selbst scheinbar isolirte Spindeln im mikroskopischen Bilde vorzufinden. Dazu kommt, dass bisweilen Spindeln eines Zuges nur angeschnitten sind, ihre Verbindungsachse also nicht mit in die Schnittrichtung einbezogen wurde.

Mit dieser Überlegung gewinnen wir aber gleichzeitig eine Erklärung für den Formenreichthum, mit welchem uns die Elemente der gefärbten Substanz im Inneren des Zellleibes entgegentreten. Denn sobald die Fibrillen in die Zellsubstanz vorgedrungen, geben sie die bisher eingehaltene nahezu längsparallele Richtung auf und weichen nach verschiedenen Seiten aus einander, dabei sich in mannigfacher Weise durchflechtend und überkreuzend. Einige Fibrillen müssen allerdings eine zum Kerne koncentrische Richtung annehmen, wenigstens bemerkt man hier und da mehrere zusammenhängende Spindeln,

welche eine derartige Verlaufsweise andeuten. Im Übrigen ist aber das gegenseitige Verhalten der Fibrillen zu einander ein so verwickeltes, dass es ganz unmöglich ist, dieselben gesondert zu verfolgen. Dem entsprechend werden uns auch Zelldurchschnitte je nach Gunst der Umstände recht verschiedene Bilder geben. Je nachdem eben die Fibrillen längs- oder quergetroffen, erhalten wir im ersteren Falle bald isolirte, bald durch Fädchen zu kürzeren oder längeren Reihen verbundene Spindeln, im anderen Falle wieder rundliche, körnchenartige Gebilde von wechselnder Größe, entsprechend der Höhe des Schnittes in Bezug auf den Mittelpunkt der Spindel. Doch können auch Tangentialschnitte durch dickere und kürzere Spindeln rundliche Formen vorspiegeln.

Merkwürdig ist, dass nur innerhalb der Zelle selbst und auf eine kurze Strecke im Fortsatz die Fibrillen jene knotige Struktur besitzen, peripheriewärts gegen die Nervenfaser verschwinden die Knötchen allmählich, die Fibrillen werden feiner und überall von gleicher Dicke. Dabei ist der Ton der Farbe ein sehr blasser, die Kontouren der einzelnen Fibrillen recht unbestimmt.

Die Erkenntnis des Vorhandenseins von Fibrillen in der Zellsubstanz legt die Frage nahe, ob dieselben überall isolirt verlaufen oder durch Anastomosen mit einander verbunden sind und so ein mehr oder weniger dichtes Netz- oder Maschenwerk herstellen. Die Entscheidung dieser Frage ist von Bedeutung; denn gerade in diesem Punkte stehen sich die Ansichten der einzelnen Forscher schroff gegenüber. Letztere Anschauung, d. h. diejenige, welche eine netzförmige Anordnung der Gerüstsubstanz in der Nervenzelle und Nervenfaser annimmt, wird namentlich von Leydig, Nansen, Bütschli u. A. vertheidigt. Doch kann ich derselben nicht im vollen Umfange beitreten, da nach meiner Erfahrung die Fibrillen, wenigstens im Fortsatz und im ektoplasmatischen Theile des Zellkörpers, völlig isolirt neben und durch einander ziehen müssen. Niemals vermochte ich an jenen Stellen Querverbindungen zwischen den spindelförmigen Verdickungen benachbarter Fasern nachzuweisen. Leicht können jedoch, besonders an etwas dicker gerathenen Schnitten, schräg verlaufende und den Zug der übrigen kreuzende Fasern derartige Anastomosen vortäuschen. Durch wechselnde Einstellung des Tubus gelingt es indessen bald festzustellen, dass es sich hier nur um eine Aneinanderlagerung, nicht um eine Verschmelzung handelt.

Anders im centralen Theile des Zellkörpers. Richtet man sein Augenmerk auf die Umgebung des Kernes, so fällt ohne Weiteres auf, dass hier die chromophilen Körperchen zumeist die typische Gestalt der Spindel aufgegeben haben. Größtentheils mehr rundlich oder auch

eckig geformt, treten sie durch drei oder mehrere Fortsätze in gegenseitige Verbindung. Somit kommt ein Netzwerk zu Stande, in welchem die Körperchen gleichsam als verdickte Knotenpunkte erscheinen. Immer aber färben sie sich intensiver als die verbindenden Fasern.

Bemerkenswerth ist vor Allem die Thatsache, dass auch Fortsätze der Körperchen, besonders der zu innerst gelegenen, in radiärer Richtung hinübertreten zur Kernmembran und dort mit den Anschwellungen derselben verschmelzen. Es sind dies also dieselben Fädchen oder Fäserchen, die wir schon bei der Untersuchung frischer Präparate mit Auftreten jenes hellen Spaltraumes zwischen Kern und Plasma zu Gesicht bekamen; sie sind aber auch mit jenen identisch, welche wir als Spitzenausläufer der die Kernmembran zusammensetzenden chromophilen Dreiecke erkannten.

Die Anschwellungen der Kernmembran stehen außerdem noch mit dem Kerngerüst in Verbindung, so dass man geneigt sein könnte, die Kernmembran als ein Verflechtungs- bezw. Verschmelzungsprodukt von Plasmafibrillen und Kerngerüststrängen anzusehen. Doch davon später. Hier will ich nur kurz mittheilen, dass es außerordentlich schwer ist, mit Hilfe der Nissl'schen Färbung eine nur einigermaßen befriedigende Darstellung des Kerngerüstes zu liefern. Die Gerüststränge färben sich nur schwach, etwa in derselben Nuance wie die Verbindungsstücke zwischen den Plasmakörperchen. Sehr viel kommt es dabei auf die richtige Anwendung der Differenzirungsflüssigkeit an. Hatte dieselbe zu kurze Zeit eingewirkt, dann zeigte sich der Kern diffus gefärbt und ohne jede Struktur, im anderen Falle wieder war aller Farbstoff ausgezogen. Diese Erscheinungen finden ihre Erklärung in der starken Mitfärbung des Kernsaftes, indem letzterer nahezu die gleiche Neigung zur Farbflüssigkeit an den Tag legt als die Gerüstsubstanz des Kernes selbst.

An gelungenen Präparaten sehen wir nun im Kerne eine netzförmige Anordnung der Gerüstbälkchen. Dieselben nehmen ihren Ausgangspunkt vom Nucleolus, häufig im Kerninneren nur als Durchschnittspunkte oder als kurze Stäbchen auftauchend, und enden schließlich an der Basis jener dreieckigen Anschwellungen der Kernmembran.

Überblicken wir nun noch einmal die Verhältnisse, so müssen wir schließen, dass die Fibrillen bei Eintritt in die centrale Masse der Zellsubstanz ihren isolirten Verlauf aufgeben, durch zahlreiche Queranastomosen ein ausgeprägtes Netzwerk bilden, dessen der Kernwand zunächst gelegene Knotenpunkte radiäre Fädchen zur Kernmembran hinüber-

senden und in den Verdickungsstellen der letzteren mit den Endbälkchen des Kerngerüstes verschmelzen.

Nun einige Worte über die Zwischensubstanz des Nervenzellplasmas. Dieselbe zeigt, wie schon Eingangs erwähnt wurde, Farbstoffen gegenüber keine Verwandtschaft, erscheint also vollkommen farb- und strukturlos, ein Umstand, welcher die Gerüstsubstanz in so plastischer Weise heraustreten lässt und dem Beobachter einen weit rascheren und klareren Überblick ermöglicht. Eine so feine Differenzirung der Zwischensubstanz, wie sie LENHOSSÉK an den Spinalzellen vom Ochsen schildert, kann ich bei den Nervenzellen des Krebses nicht vorfinden.

Dagegen begegneten mir in letzteren hin und wieder, nicht sehr häufig, sogenannte Vacuolen. Dieselben kommen vorzugsweise im Ursprungskegel des Zellfortsatzes zu Gesicht und stellen rundliche oder ovale Bildungen dar, ungefähr doppelt so groß wie das Kernkörperchen. Sie sind keine echten Vacuolen, sondern, wie das schon ROHDE ganz richtig bei Hirudineen hervorgehoben, größere Anhäufungen von ungefärbter Zwischensubstanz.

Eine weitere, besonders an Methylenblaupräparaten ins Auge fallende Erscheinung ist das starke Zurückweichen des Plasmas von der Zellmembran. In den Figuren 1 und 2 habe ich dieselbe wiedergegeben. Zwischen Zellleib und neurilemmatischer Scheide ist ein breiter Ring homogener Zwischensubstanz sichtbar. Übrigens findet sich derselbe, freilich nicht so deutlich und breit, auch an frischen Zellen. Selbstverständlich muss bei Beurtheilung des Vorganges den Wirkungen der angewandten Reagentien stark Rechnung getragen werden. Dennoch glaubte ich auf eine Besprechung dieser Erscheinung eingehen zu dürfen, indem ja von maßgebender Seite aus vielfach Beziehungen zwischen der Gerüstsubstanz der Nervenzellen und den faserigen Elementen des umgebenden Stützgewebes bezw. den »Matrixzellen« der Membran behauptet werden. Ich konnte weder an frischen noch gefärbten Zellen eine Vereinigung von Plasmafibrillen mit Strukturbestandtheilen der Membran feststellen, eben so wenig wie ich Fasern von der Membran her in die Zellsubstanz sich verlieren sah. Beide, Hülle wie Zellleib, zeigen sich an Methylenblaupräparaten in Textur und Verhalten gegen Farbstoffe so grundverschieden, dass es nicht schwer wird, die Strukturelemente des einen scharf von denen des anderen zu sondern.

Die Zellkapsel (ohne Zweifel bindegewebiger Abkunft) wird, wenigstens an großen und mittelgroßen Zellen aus feinen häufig wellig gebogenen Fasern zusammengesetzt, die sich nach allen Richtungen hin durchflechten und gegen Methylenblau eine äußerst schwache Mit-

färbung bekunden. Eingestreut in diese Faserzüge finden wir hier und da große runde, meist aber ovale, nicht selten auch etwas eckige Kerne, welche die Kapsel nach innen und außen leicht ausbuchten. Ich zählte deren mitunter vier bis fünf auf einem Schnitt. Ihre Lage wechselt, bald traf ich sie nur an der Abgangsstelle des Fortsatzes, bald wieder regellos über die ganze Zelloberfläche zerstreut. Bei den kleineren Zellen fehlt die fibrilläre Schichtung oder sie ist ganz undeutlich. Die Begrenzung der Zelle wird dann lediglich durch eine einfache Linie hergestellt. Doch geht bei allen Zellen regelmäßig die Membran auf den Fortsatz über.

Vergleichen wir nun unsere durch die Methylenblaufärbung gewonnenen Befunde mit den Erscheinungen an frischen Zellen, so kann kein Zweifel mehr darüber walten, dass jene stark lichtbrechenden Körperchen im Plasma der letzteren vollkommen den spindelförmigen bezw. rundlichen Verdickungen der Fibrillen entsprechen. Nur der Ungunst der herrschenden Lichtbrechungsverhältnisse ist es zuzuschreiben, wenn im frischen Präparate die Einzelheiten so verschwimmen und dadurch sich der Beobachtung entziehen. Ferner ist auch zu beachten, dass wir bei der Untersuchung des frischen Materials den ganzen Raum der Zelle durchblicken müssen. Viele Strukturelemente, in ganz verschiedenen Ebenen liegend, fallen hierbei scheinbar in ein gemeinsames Gesichtsfeld und wirken natürlich bei einer Unterscheidung ins Kleine hinein außerordentlich störend; desshalb erscheint auch die Zellsubstanz so gleichmäßig durchsetzt von diesen Körperchen. Die bekannten Streifen, welche sich unter gewissen Umständen an der Oberfläche der Zelle ermitteln lassen, werden sonach ebenfalls nichts Anderes bedeuten als Fibrillen; der feinere Achsenfaden der letzteren wird hierbei selbst nicht sichtbar sein, sondern es werden nur die Knötchen bei weniger starken Vergrößerungen zu jenen unsicher kontourirten Linien verschwimmen. Damit ist gleichzeitig die Unrichtigkeit einer Behauptung dargethan, nach welcher die Streifung des Plasmas als ein Kunstprodukt aufzufassen ist. Dies führt uns nun zur Besprechung der Wirkungsweise verschiedener Reagentien auf den Nervenzellkörper. Es ist eine bekannte Thatsache, dass die oben erwähnte streifige Struktur der Nervenzellen nach Vorbehandlung der Isolationspräparate mit Chrom- oder Osmiumsäure weit bestimmter zum Ausdruck gelangt. Diese Thatsache bildete lange Jahre hindurch eine starke Stütze für die Schultze'sche Fibrillentheorie, und bis in die jüngste Zeit gehörten Chrom- und Osmiumsäure zu den beliebtesten Mitteln in der neurohistologischen Technik. Neuerdings wurden nun gegen die unbedingte Zuverlässigkeit dieser Reagentien einige be-

achtenswerthe Einwände erhoben. Schon FLEMMING und später auch LENHOSSÉK machten auf eine nachtheilige Wirkung der Osmiumsäure als Fixativ für die Nervenzellen aufmerksam. Dieselbe äußere sich besonders in einer Homogenisirung des Plasmas; außerdem sollen sie auch die Strukturtheilchen des letzteren in ihrer Neigung zu Farbstoffen nicht unbedeutend abschwächen. Eben so soll auch die Chromsäure in ihren verschiedensten Anwendungsformen nach NISSL die Nervenzellsubstanz für die Nachfärbung mit Anilinfarbstoffen unzugänglich machen. Nach meinen Erfahrungen an Ganglienzellen von Astacus fluviatilis sind es namentlich die Plasmafibrillen, welche die Wirkungspunkte für jene Reagentien geben. Chrom- wie Osmiumsäure rufen bei entsprechender Koncentration eine Quellung derselben hervor, die letztere vielleicht in noch stärkerem Maße. Hierbei schwindet allmählich der knotige Aufbau der Fasern, indem die verbindenden Zwischenstücke im Vergleich zu den Knötchen viel mehr an Umfang gewinnen. Die Chromsäure ist in ihrer Wirkung ziemlich konstant. Im Allgemeinen zeigen stärker verdünnte Lösungen derselben die Varikositäten noch ganz leidlich erhalten, erst bei Koncentrationsgraden über 0,02% beginnen die Zwischenstücke zu schwellen, bis die Faser schließlich ein völlig glattes Aussehen bekommt. Die Osmiumsäure wirkt schon in sehr verdünnter Form glättend auf die Fibrillen ein und verleiht denselben eine eigenthümlich mattbraune Farbe. Doch lässt sie auch die Zwischensubstanz nicht unberührt; die besagte Quellung kann bei Anwendung koncentrirterer Lösungen so weit vorschreiten, dass die Fibrille ihre Eigenschaften als solche einbüßt, sich förmlich auflöst und so ein homogenes Aussehen des Plasmas bedingt. Bezeichnend ist die Veränderlichkeit in der Wirkungsweise der Osmiumsäure. Nicht selten trifft man nämlich in ein und demselben Präparate neben ganz deutlich gestreiften Zellen auch solche mit homogenem Plasma.

Lebendfärbung mit Methylenblau. Bei der Methodik der vitalen Injektion dienten mir die Angaben von RETZIUS als Richtschnur. Stets erhielt ich Blaufärbung der Nervensubstanz. Die Zellen reagirten regelmäßig etwas später als die Fasern, und, wie ich zu meinem Bedauern einsehen musste, nicht immer in einer für meine besonderen Zwecke zufriedenstellenden Weise. In weitaus der Mehrzahl der Fälle färbte sich nämlich das Plasma der Zellen so dunkel und diffus, dass eine Einsicht in die Bauverhältnisse rein unmöglich war. Der Kern zeichnete sich durch eine bedeutend hellere, aber ebenfalls gleichmäßige Färbung aus. Kernmembran, Nucleolen und zuweilen auch die Elemente des EIMER'schen Körnchenkreises erschienen dagegen wieder in einem dunkleren Tone. Zeitweise erhielt ich indessen Zellen, an

denen eine fibrilläre Struktur nicht zu verleugnen war, doch ist das Bild, welches eine solche Zelle darbietet, schwer zu beschreiben, noch schwerer durch eine Zeichnung wiederzugeben. Entweder fällt die letztere viel zu schematisch aus oder bringt die Einzelheiten, auf die es ja gerade ankommt, bei dem Bestreben des Zeichners möglichst objektiv zu bleiben, viel zu verschwommen und unübersichtlich zur Darstellung. Das Bild ist etwa Folgendes: Innerhalb der stark mitgefärbten Grundsubstanz sehen wir die Fibrillen in bekannter Weise vom Fortsatze in den Zellleib ausstrahlen. Im Ursprungstheil des Fortsatzes ist die Anordnung der Fibrillen eine theilweise noch recht übersichtliche und der knotige Bau derselben unverkennbar. Im Zellleib verwirrt sich jene; kenntlich an den stärker tingirten Knötchen, werden die Fasern nur auf kurze Strecken hin sichtbar, dann treten sie wieder in die Tiefe oder verschwimmen mit anderen zu größeren oder kleineren diffus gefärbten Flecken.

Immer heben sich im Zellleib zwei durch den Grad der Färbung unterschiedene Zonen ziemlich deutlich von einander ab, nämlich eine periphere hellere, mit dem Fortsatz gleichen Ton haltende und eine dunklere centrale oder Kernzone. Letztere entspricht ohne Zweifel jenen Theilen der Zellsubstanz, in welchen wir auf Schnitten und bei Färbung nach Nissl eine Auflösung und netzförmige Verbindung der Fibrillen erkannten.

Der an frischen Zellen hin und wieder zu beobachtende helle Hof um den Kern kommt an den intra vitam gefärbten ziemlich häufig und in viel auffälligerer Weise zur Erscheinung. Überrascht war ich über die Breite desselben. Noch mehr aber fesselten meine Aufmerksamkeit die aus der Kernzone des Plasmas heraustretenden feinen blauen Fäserchen, welche denselben durchqueren und jenseits mit der Kernmembran verschmelzen. Einzelne waren beim Zurückweichen der Kernmembran in Folge der starken Dehnung gerissen, alle anderen straff gespannt.

Einem etwaigen Einwurf, nach welchem die Entstehung des Spaltraumes auf eine schrumpfende Wirkung des zugesetzten Glycerins zurückgeführt werden soll, will ich von vorn herein damit begegnen, dass derselbe auch bei Zusatz ganz indifferenter Mittel zur Beobachtung gelangt, dass ferner die Kernmembran in ihrem ganzen Umfange vom Plasma zurückgezogen, also kreisrund ist und nicht Biegungen und Knickungen aufweist, wie das doch bei Schrumpfung vorauszusetzen wäre. Die Kernmembran selbst gleicht im Farbenbilde kaum einer einfachen Linie, eher macht sie mit den zu- und abtretenden Reiserchen und den abwechselnd helleren und dunkleren Stellen im Inneren den Eindruck eines Flechtwerkes.

Weit glücklichere Resultate erzielte Retzius mit dieser Methode. Obwohl derselbe mit seinen Untersuchungen am Nervensystem der Crustaceen ganz andere Absichten verfolgte und in der Hauptsache über das Verhalten der Punktsubstanz etc. Aufklärung schaffen wollte, interessiren in seiner umfassenden Abhandlung über diesen Gegenstand doch einige kurze, die Färbung der Ganglienzellen betreffende Bemerkungen. Retzius schreibt: »Bei der Methylenblaufärbung bekommt man oft Achsencylinder, besonders von dickeren Nervenfasern, welche in ihrer Substanz blaugefärbte Körnchen zeigen, die gewissermaßen durch feine Fäserchen verbunden sind und langgehende knotige Züge darbieten. Ganz in derselben Weise färben sich auch in den Ganglienzellen, besonders in mittelgroßen und großen, oft Körnchen, welche sowohl an der Oberfläche, wie tiefer in der Substanz liegen, und bei denen sich hier und da verbindende Fäserchen wahrnehmen lassen. Diese scharf hervortretenden Körnchen sind bei einigen Zellen recht groß, bei anderen viel kleiner; im letzteren Falle sieht man die strangförmige Anordnung der blau gefärbten Züge im Zellenprotoplasma deutlicher. Wenn die Körnchen größer sind, so ähneln sie gewissermaßen den Knötchen der Punktsubstanz, sie erscheinen als stark blaue, ovale oder etwas eckige Körperchen, welche sich von der hellen Zwischensubstanz scharf abheben. Auf die Bedeutung der Färbung will ich hier nicht näher eingehen, um so weniger als diese Fragen, wie erwähnt ist, außer dem Plane dieser Abhandlung liegen.«

Mir gelang es niemals bei Lebendfärbung mit Methylenblau eine ungefärbte Zwischensubstanz zu erhalten. Ich weiß nicht, welche misslichen Umstände hier obwalteten, und worin ich gefehlt habe. Auch bei Injektion verdünnterer Lösungen erhielt ich meist diffus gefärbte Zellen, je nach Koncentration und Einwirkungsdauer des Methylenblaus in bald hellerem, bald dunklerem Tone. Ich stehe indessen keineswegs an, die von Retzius beschriebenen Knötchen mit den von mir durch die Nissl'sche Methode in konservirten Präparaten dargestellten gleich zu setzen, zumal auch Retzius zwischen ihnen Verbindungsfäserchen bemerken konnte. Doch gilt dies nur für die kleineren Knötchen, wie sie in Fig. 4 auf Tafel II der Retzius'schen Arbeit gezeichnet sind. Für die anderen großen, den Körnchen der Punktsubstanz ähnlichen scheint mir ein derartiger Vergleich nicht durchführbar. Elemente von solcher Größe habe ich niemals zu Gesicht bekommen, sie müssen ganz andere Bildungen sein. Einen Zusammenhang dieser knotigen Züge mit der Kernmembran oder eine besondere Struktur der letzteren beschreibt Retzius nicht.

Nach den Retzius'schen Schilderungen könnte man geneigt sein,

die Nervenzellen des Flusskrebses in grob- und feingranulirte einzutheilen. Indessen, bei Durchmusterung der durch die Nissl'sche Methode gewonnenen Präparate aus den verschiedensten Bezirken des Nervensystems dieses Thieres, stoße ich auf keine Erscheinung, welche für die genannte Eintheilung irgend einen Anhalt böte. Die Größe der chromophilen Körperchen ist bei den einzelnen Zellen keinen oder doch wenigstens keinen auffallenden Schwankungen unterworfen. Dagegen ergaben sich Unterschiede durch eine mehr oder weniger dichte Vertheilung der Körperchen innerhalb der Zellsubstanz. Wir erhalten so dunkler und heller gefärbte Zellen im bunten Durcheinander auf ein und demselben Schnitt. Durch zahlreich bestehende Übergänge ist jedoch der Gegensatz der beiden Zellformen zu einander kein schroffer.

Struktur der Nervenzellen bei einigen anderen Wirbellosen.

Insekten. Die Nervenzellen der Insekten zeigen in ihren Bauverhältnissen viel Übereinstimmung mit denen des Krebses. Die chromophilen Elemente nähern sich mehr der runden Form und stehen sehr dicht. Die Verbindungsfädchen werden desshalb kurz und weniger deutlich. Vacuolen treten im Plasma häufiger auf. Als Objekte dienten einige Käferarten, so Dyticus marginalis und Carabus auratus, von denen die Zellen des ersteren wegen ihrer Größe zur Untersuchung am besten taugten.

Etwas abweichender verhalten sich die Ganglienzellen von Lumbricus terrestris (Fig. 4). Bei diesen besteht das Plasma in seiner ganzen Masse aus einem deutlichen Netzwerk, dessen Knotenpunkte durch jene chromophilen Körperchen bezeichnet werden. Letztere sind intensiv gefärbt, mehr rundlich und vielleicht um Einiges kleiner als die beim Krebse. Die sie verbindenden Fäserchen sind länger, ziemlich kräftig gefärbt und desshalb deutlich sichtbar. Erst am Ursprungskegel des Zellfortsatzes sondern sich aus dem Netz des Plasmas isolirte Fibrillen ab, nun in ziemlich paralleler Richtung zu einander in den Achsencylinder hineinstrahlend. Die Maschen des Netzes sind im ektoplasmatischen Theile weit, gegen die Umgebung des Kernes hin werden sie allmählich enger, was natürlich ein Zusammenrücken der chromophilen Körperchen zur Folge hat. Diese Bezirke der Zellsubstanz zeigen sich dann auch durch einen dunkleren Farbenton an. Eine weitere Eigenthümlichkeit bei den Nervenzellen von Lumbricus ist die unregelmäßige Anordnung des Maschenwerkes innerhalb der Zellsubstanz, eine koncentrische Schichtung der Plasmakörperchen fehlt demnach hier ganz. Die Kernmembran zeigt die gleiche Struktur, wie sie des Genaueren oben geschildert wurde. Die von den Verdickungen

derselben in radiärer Richtung ausstrahlenden Reiserchen, welche sich mit den zunächst gelegenen Knotenpunkten des Plasmanetzes verbinden, kommen bei Lumbricus, falls gut gefärbt und differenzirt war, mitunter recht klar zur Ansicht. Sehr auffällig und verbreitet ist bei den Nervenzellen dieses Wurmes ferner das Vorkommen vacuolärer Bildungen im Plasma. Dieselben erreichen bisweilen eine ganz erstaunliche Größe. Ihr Sitz ist im Allgemeinen kein fest bestimmter, doch scheint der dem Fortsatz entgegengesetzte Zellpol eine bevorzugte Stelle hierfür abzugeben. In Fig. 5 ist ein derartiger Fall gezeichnet. Die Vacuole nimmt reichlich ein Viertel des ganzen Zellraumes ein und hat die geformte Substanz in weitem Umkreis kernwärts gedrängt, am Zellrande nur noch einen schmalen Saum derselben belassend. Sie ist eirund, mit ringsum glatten Rändern und erfüllt mit einer glasigen, ungefärbten, strukturlosen Masse, also von ziemlich derselben Beschaffenheit wie die Zell-Zwischensubstanz.

Eine eigene Stellung in Bezug auf die Strukturbeschaffenheit ihres Zellkörpers nehmen die Nervenzellen der Mollusken ein. Nach der Nissl'schen Methode wurden von mir des Besonderen einige Landschnecken untersucht (Helix- und Arion-Arten). Das Plasma derselben erscheint unter solcher Behandlung und bei Betrachtung mit mittelstarken Linsen ganz gleichmäßig gefärbt; der Zellfortsatz eben so, nur um Vieles heller. Bei Anwendung stärkster Systeme erkennt man jedoch eine feinkörnige Beschaffenheit der Zellsubstanz, ohne dass man freilich klar darüber wird, ob jene Körnchen isolirte Bildungen sind oder durch feinste Zwischenfädchen mit einander in Zusammenhang stehen. Die Körner liegen außerordentlich dicht neben einander, besonders in einiger Ausdehnung um den Kern herum. Hier veranlassen sie denn auch bei der Färbung eine durch ihren dunkleren Ton vom übrigen Plasma sich abhebende Zone. Häufig verschwimmen die Körnchen bei ungenügender Differenzirung mit Anilinalkohol zu breiteren diffus gefärbten Flecken. Die Kernmembran, in deren Verlauf ich knotige Anschwellungen nicht mit Sicherheit wahrnehmen konnte, tritt als feine dunkelblaue Linie heraus. Die Zwischensubstanz wird durch die Masse des gefärbten Theiles im Zellkörper stark in den Hintergrund gedrängt, woraus sich auch die fast gleichmäßige und kaum eine Struktur andeutende Färbung des Zellleibes am besten erklären lässt.

Gleiche Bilder, wie mit Methylenblau, geben auch Färbungen mit Safranin und Fuchsin, ja mir will es fast scheinen, als ob sich dieselben für das Studium des Nervenzellplasmas bei Mollusken noch lehrreicher erwiesen (Fig. 7 u. 14). Bei Durchsicht derartig gefärbter Präparate bekommt man nämlich zuweilen bei genügender Schnittdünne in der

Zellsubstanz lichtere Stellen zu Gesicht, in welchen die Körnchen weiter aus einander gerückt sind, und gerade an solchen Stellen glaubte ich denn auch hin und wieder eine knotig-fadige Beschaffenheit des färbbaren Theiles im Plasma zu erkennen. Es würden sich demnach die Nervenzellen der Gastropoden von denen der anderen untersuchten Wirbellosen unterscheiden: 1) durch die geringe Größe der Knötchen; 2) durch die äußerst dichte Vertheilung derselben innerhalb der Plasmafibrillen, und endlich 3) durch die geringe, kaum bemerkbar hervortretende Menge der Zwischensubstanz.

Die Annahme einer fibrillären Plasmastruktur bei Nervenzellen von Schnecken wird außerdem noch durch die Befunde an frischen Objekten gestützt; auch der vorurtheilsfreie Beobachter muss hier eine feinstreifig-körnige Beschaffenheit der Zellsubstanz zugestehen. Übrigens begegnen wir zeitweise an frischen oder mit Reagentien behandelten Zellen dieser Thiere jener bekannten Erscheinung einer Hofbildung um den Kern. Leydig hat hierauf zuerst bestimmter hingewiesen und nimmt an, dass die, betreffenden Hof durchsetzenden, Plasmaausläufer durch Poren der Kernmembran hindurch in das Innere des Kernes eintreten. So viel ich indessen beobachtete, und wie das auch aus der beigegebenen Zeichnung (Fig. 15) zu ersehen ist, verschmelzen jene Reiserchen mit der Kernmembran und zwar an jenen Stellen, wo die zapfenartig verbreiterten Endbälkchen des Kerngerüstes sich anfügen. Über diese Zapfen- oder Stäbchenschicht an der Innenseite der Kernmembran wird im folgenden Abschnitt des Weiteren die Rede sein.

II. Der Kern der Nervenzelle.

Auch diesem Abschnitte müsste folgerichtigerweise ein kurzer geschichtlicher Überblick voraufgehen. Da aber eine Zusammenfassung und Besprechung der allmählichen Entwicklung unserer Kenntnisse über den Nervenzellkern ohne Berücksichtigung der allgemeinen Litteratur fast unmöglich ist, da ferner letztere, im Laufe der Zeit durch zahlreiche Untersuchungen gefördert und stetig noch im Wachsen begriffen, gegenwärtig viel zu umfangreich ist, als dass sie in einer für unsere Zwecke erwünschten kurzen, knappen Form wiedergegeben werden könnte, so stehe ich von einem solchen Versuche ab. Überdies bringen Flemming's ausgezeichnete und nach jeder Richtung hin vollendete Arbeit »Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung«, sowie die seit 1891 in »Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte« von Merkel und Bonnet erscheinenden Originalberichte desselben Ver-

fassers die alten und neuen Anschauungen über den allgemeinen Aufbau des Zellkerns in so erschöpfender Weise zur Darstellung, dass es einer nochmaligen Auslassung hierüber nicht mehr bedarf, und wir desshalb kurz auf die genannten Abhandlungen verweisen. Zur weiteren Umschau auf dem betreffenden Gebiete eignet sich unter der großen Anzahl der vorhandenen histologischen Lehrbücher besonders das O. HERTWIG'sche: »Die Zelle und die Gewebe«. Jena 1892.

Was nun den Nervenzellkern anbetrifft, so finden wir für die Wirbelthiere seit den eingehenden Untersuchungen EIMER's (18 u. 22), SCHWALBE's (74), LEYDIG's (53 u. 54) und FLEMMING's (25) über diesen Gegenstand erst wieder bei QUERVAIN (60) und LENHOSSÉK (50) einige speciellere Angaben. Für die Wirbellosen fehlen neue, auf breiter Basis gegründete und unter Benutzung der heutigen vollkommeneren mikroskopischen Hilfsmittel vorgenommene Untersuchungen ganz. Die letzten Veröffentlichungen in diesem Sinne entstammen der Feder LEYDIG's (1883 und 1885). Die Studien wurden zumeist an frischen oder mit härtenden Reagentien behandelten Objekten gemacht. Färbungen kamen dabei, so viel mir aus Text und Figurenerklärung ersichtlich, wohl nicht in Anwendung. Eine Neubearbeitung des Stoffes erschien desshalb dringend geboten.

Wir gehen nun sogleich auf die eigenen Untersuchungsbefunde über.

Nach dem heutigen Stande unseres Wissens unterscheidet man am Zellkern etwa folgende Bestandtheile: 1) Das Kern- oder Liningerüst, 2) das in jenem suspendirte Chromatin, 3) die Nucleolen, 4) den die Maschen des Kerngerüstes ausfüllenden Kernsaft und 5) als Abschluss gegen den Zellleib die Kernmembran. Hierzu kommt endlich 6) der von EIMER entdeckte und als allgemeine morphologische Eigenschaft des Zellkernes erkannte Körnchenkreis oder besser die Körnchenschale.

Das Liningerüst ist die eigentliche Stützsubstanz des Kernes und setzt sich aus einem Netzwerk von Fädchen zusammen (Fig. 8—23). Diese Fäserchen sind die Träger des Chromatins und von außerordentlicher Feinheit, desswegen auch am frischen Präparate selten gut sichtbar. Erst mit Änderung der Lichtbrechungsverhältnisse durch Wirkung von Reagentien, so vornehmlich stark verdünnter Lösungen von Essigsäure, von Chrom- und Pikrinsäure kommen sie deutlicher zum Vorschein. Doch auch durch geeignete Färbungen der konservirten Kerne gelingt es recht wohl, die einzelnen Gerüststränge in ihrer Form und Anordnungsweise zu einander hervortreten zu lassen, obschon es sich dabei mehr um Kontrastwirkungen in der Färbung der Chromatinkörperchen gegen die Gerüstfäden einerseits und in dem Lichtbrechungsverhalten der Fäden gegen den Kernsaft andererseits handelt. In gut

differenzirten Präparaten erscheinen nämlich die Fäden im Gegensatze zu den intensiv gefärbten Chromatinkörnchen ganz blass, gleichsam nur wie mit Farbe überhaucht, vermöge ihres eigenen Brechungsindexes aber heben sie sich scharf als solide Gebilde vom Untergrunde ab. An dieser Stelle möchte ich zugleich bemerken, dass die Erkennung der eben geschilderten Verhältnisse nur bei Verwendung der leistungsfähigsten optischen Hilfsmittel, welche uns gegenwärtig zur Verfügung stehen, möglich ist. Zu meinen Untersuchungen bediente ich mich durchweg eines ZEISS'schen Apochromaten (homogene Immersion 2,0 mm, Apert. 1,30 in Verbindung mit den Kompensationsocularen 6 und 8). Neben den verschiedensten Kernfärbemitteln benutzte ich mit Vorliebe Safranin, Fuchsin und Hämatoxylin.

Noch kurz vor Abschluss dieser Untersuchungen erlangte ich Kenntnis von der RAWITZ'schen Arbeit (62) über Centrosoma und Attraktionssphäre in den ruhenden Salamanderhodenzellen. Mit derselben führt RAWITZ eine neue Färbemethode in die histologische Technik ein, vermittels welcher es ihm geglückt ist, die Lininsubstanz in ähnlicher Weise für Farbstoffe empfänglich zu machen wie das Chromatin. Nach einer Vorbeize mit Tannin-Brechweinstein zeigen die für gewöhnlich das Kernchromatin intensiv färbenden Aniline: Safranin, Fuchsin und andere an mit FLEMMING'scher Lösung fixirten Präparaten eine völlige Umkehrung in ihrem Verhalten und zwar derart, dass sie jetzt das Chromatin ganz unberührt lassen und nur die Zellsubstanz und das Liningerüst färben. RAWITZ nennt dies »Inversion« der Färbung. Ich habe diese Gebrauchsweise der Anilinfarbstoffe auch an Nervenzellen versucht, indessen weniger günstige Resultate mit derselben erzielt. Wohl war überall das Chromatin bei der Färbung unbetheiligt geblieben und in Form gelblicher Schollen innerhalb des Kernes nachweisbar, wohl waren auch hin und wieder einige Lininfäden gefärbt; im Großen und Ganzen hatten aber die Zellen, auch solche in den innersten Theilen des Präparates, derartig starke Veränderungen in ihrer Struktur erlitten, dass ich von weiteren Versuchen absah. So vortrefflich sich nun diese Methode für gewisse andere Zellarten bewähren mag, für die Nervenzellen bei Wirbellosen dürfte sich ihre Anwendung, wenigstens in der jetzt vorliegenden Form, nicht empfehlen.

Doch kehren wir wieder zum eigentlichen Gegenstand unserer Betrachtung zurück. Wie wir oben sahen tritt die Lininfaser vermöge ihrer physikalisch-chemischen Eigenschaften ziemlich scharf aus der Umgebung heraus. Ihr Verlauf ist ein durchaus geradliniger, die Konturen sind glatt. Die Mittelpunkte des ganzen Fasersystems bilden der oder die Nucleolen. Von letzteren radiär nach allen Seiten ausstrahlend, treten die Fädchen ins Innere des Kernes, wo sie sich mannigfach verzweigen und durch jene Seitenästchen zu einem Netzwerk verbinden. Die Knotenpunkte des letzteren fallen, wenn sie chromatinfrei, weder durch Farbe noch durch Größe vor der übrigen Lininsubstanz auf. Wie die Weite der Netzmaschen, so wechselt auch die Dicke der einzelnen Gerüstbälkchen mit der Thierart. Unter den von mir unter-

suchten Objekten besaßen die stärksten Bälkchen die einheimischen Land- und Süßwasserschnecken, die feinsten Astacus fluviatilis und Lumbricus terrestris. Die Endbälkchen dieses Faserwerkes streben nun gegen die Kernmembran hin und verschmelzen, wie ich dies gut bei Astacus und Lumbricus sehen konnte, schließlich mit den knotigen Auftreibungen derselben.

Ein weiterer Bestandtheil des Kernes ist das Chromatin. Dasselbe findet sich in den von mir untersuchten Nervenzellen stets in Form rundlicher Körnchen von ganz minimaler Größe, welche zu den specifischen Kernfärbemitteln eine ausgesprochene Verwandtschaft zeigen. Letztere Eigenschaft zeichnet sie namentlich vor der Lininsubstanz aus. Von der natürlichen Existenz dieser Chromatinkörnchen kann man sich leicht an frischen Präparaten aus dem Nervensystem unserer gewöhnlichen Weinbergschnecke überzeugen. Die Kerne der Nervenzellen dieses Thieres erscheinen dann dicht erfüllt von kleinen, stark lichtbrechenden Kügelchen. Von jeher war man geneigt, gerade diese Kügelchen oder Körnchen als optische Durchschnitte von Kernfäden anzusehen. Nach Leydig stellen dieselben die Knotenpunkte eines gleichmäßig engmaschigen, dichten Schwammwerkes innerhalb des Kernes dar.

Wie aber die Durchmusterung gut gefärbter Präparate lehrt, sind die betreffenden Körnchen den Lininfäden nur aufgelagert und vermöge ihrer intensiven Färbung in ihrem ganzen Umfange scharf von jenen abgegrenzt. Das Chromatin ist also eine von dem Linin verschiedene Substanz. Dass fernerhin die Chromatinkörnchen nicht Durchschnitten von Lininfädchen entsprechen können, ergiebt sich schon aus dem Größenverhältnis der Durchmesser der genannten Theile. Der Durchmesser des Körnchens ist demjenigen des Fädchens bei Weitem an Größe überlegen. Aus diesem Grunde ragen auch die Seitentheile des ersteren um Einiges über die Breite der Gerüststränge hinaus. Ein Zusammenbacken mehrerer Körnchen zu größeren Klumpen oder Strängen habe ich bei den von mir untersuchten Objekten niemals beobachten können, bei genügender Differenzirung tritt vielmehr das Chromatin durchweg in gleich geformten und gleich großen Stücken entgegen.

Anders ist es mit der Reichlichkeit und Dichtigkeit des Gerüstwerkes im Kern, sowie mit der Menge und Vertheilungsweise der Chromatinkügelchen auf jenen. Hier lassen die Kerne der einzelnen Thierarten deutliche Unterschiede erkennen, und dem aufmerksamen, geübten Beobachter bereitet es keine großen Schwierigkeiten an der Hand derselben die verschiedenen Nervenzellen von einander zu sondern.

Bezeichnend für die Kerne der Molluskenzellen ist eine regelmäßige, wandständige Anordnung der zu äußerst oder besser der der Kernmembran zunächst gelegenen Chromatinkörnchen. Diese Körnchen lagern der Membran, welche sich hier immer als eine sehr zarte, nur schwach gefärbte und desshalb nicht sofort sichtbare Kreislinie darbietet, dicht an und bilden, indem sie nahezu gleiche Abstände von einander einhalten, einen deutlichen Kranz um den peripheren Theil des Kerninhaltes. Die Abstände der einzelnen Körnchen von einander sind um so kleiner, je enger das Maschennetz des Kerngerüstes ist. Dadurch wird dem oberflächlichen Beschauer der Eindruck einer besonderen, durchlöcherten Membran, und in der älteren Litteratur finden wir denn auch zuweilen diese Erscheinung als eine innere, stärker färbbare Schicht der Kernmembran gedeutet.

Auch in frischen Zellen hebt sich diese Schicht recht auffällig vom übrigen Kerninhalt ab. Sie erscheint hier als ein Kreis von Stäbchen oder besser Zapfen, welche mit der Basis gegen die Kernmembran, mit der Spitze aber radiär gegen den Kernmittelpunkt gerichtet ist. Von der letzteren kann man nicht selten auch ein feines Fäserchen in die innere granulirte Masse des Kernes hinein verfolgen. Leydig fasst nun diese Stäbchen oder Zapfen als optische Durchschnitte der verbreiterten Enden des Kernnetzes auf. Wie sich aber durch die Färbung ermitteln lässt, bestehen die scheinbaren Endbälkchen aus zwei wohl von einander gesonderten Substanzen, nämlich aus einer Lininunterlage, welche mit dem Kerngerüst in Zusammenhang stehend unter allmählicher Verbreiterung mit der eigentlichen Kernmembran verschmilzt und aus einem diesen Lininendbälkchen auflagernden Chromatinkörnchen. Den Nervenzellen der anderen Wirbellosen fehlt eine derartige eigenthümliche Vertheilung der chromatischen Substanz an der Innenseite der Kernwand.

Wie verhalten sich nun die Nervenzellkerne der verschiedenen Mollusken zu einander? Bei den Gastropoden, im Besonderen bei den Helixarten (Helix pomatia, hortensis, arbustorum etc.) fällt vor Allem der Reichthum an Chromatinkörnchen und das ungemein engmaschige Liningerüst auf; die einzelnen Fädchen des letzteren sind so dicht mit Chromatinkörnchen besetzt, dass man nur stellenweise ihrer ansichtig werden kann und dann nur auf eine ganz kurze Strecke (Fig. 12). Bedeutend weiter sind die Maschen des Liningerüstes in den Kernen der Nacktschnecken (Limax, Arion) und der Süßwasserschnecken (Limnaeus stagnalis). Die Chromatinmenge ist geringer und bei der zuletzt genannten Form scheint auch das einzelne Chromatinkorn im Verhältnis kleiner zu sein, als bei den übrigen Gastropoden. Die Lininfäden

sind recht deutlich und nur von Strecke zu Strecke in größeren Abständen von Chromatinkügelchen bedeckt, in vereinzelten Fällen sind sie ganz chromatinfrei (Fig. 8).

Die Kerne von Sepia (Fig. 23) zeigen in ihrem Aufbau ziemlich die gleichen Verhältnisse, wie die von Limnaeus, nur sind sie viel kleiner und auch etwas chromatinärmer. Die Lamellibranchier (Anodonta mutabilis) haben sehr kleine Kerne; doch vermisse ich an diesen niemals die typische chromatische Wandschicht; im Übrigen sind sie verhältnismäßig chromatinreich. Das Lininnetz ist kaum sichtbar (Fig. 16—18).

Eine andere, besonders durch die Strukturarmuth des Kernes auffallende Gruppe bilden die Nervenzellen der Crustaceen (Astacus fluviatilis), Coleopteren (Dyticus marginalis, Carabus auratus) und der Würmer (Lumbricus, Aulastomum, Hirudo) (Fig. 19—22).

Im frischen Zustande kann man in den Kernen dieser Thiere außer den immer deutlichen Nucleolen und dem hin und wieder gut erkennbaren EIMER'schen Körnchenkreis nichts von irgend einer feineren Struktur wahrnehmen. Der Kern erscheint wasserklar oder wie es die älteren Autoren ganz entsprechend bezeichneten »bläschenförmig«. Nur bei recht scharfer Einstellung und mit stärksten Linsen erkennt man, vom Kernkörperchen oder den Verdickungen der Kernmembran ausgehend, feine Fädchen, die aber bald nach ganz kurzem Verlaufe wieder in der stark lichtbrechenden Masse des Kernsaftes verschwinden.

Bei der Färbung tritt nun auch an diesen Zellen immer ein fadiges Kerngerüst mit aufgelagertem Chromatin deutlich zur Ansicht. Das Liningerüst ist bei diesen Zellen überaus locker, weitmaschig gebaut und größtentheils frei von Chromatinkörnchen. Die letzteren sind sehr klein, bedeutend kleiner als die der vorigen Gruppe, auch nicht so leuchtend gefärbt wie jene. Ihre Lage auf dem Gerüstwerk ist wechselnd; bald sind sie auf einzelne Knotenpunkte desselben vertheilt, bald lassen sie diese frei und finden sich dann auf den Fäden selbst. Auffallend bleibt immer die Chromatinarmuth dieser Kerne. Bei Astacus beobachtete ich im bunten Durcheinander neben fast chromatinfreien Kernen, auch solche mit ganz erheblichen Mengen jener Substanz.

An den Nervenzellen dieses Thieres, in geringerem Grade auch an denen von Lumbricus, tritt nun ferner im Kernsafte eine bemerkenswerthe Erscheinung zu Tage. Während nämlich bei den Mollusken im Farbenbilde der Kernsaft rein weiß und völlig strukturlos zum Ausdruck kommt, werden wir bei jenen durch eine starke Mitfärbung desselben mit den verschiedenen angewandten Färbemitteln überrascht. Auch bei einer längere Zeit andauernden Ausziehung bleibt der Farbstoff;

er muss demnach im Kernsafte an feinste Strukturelemente gefesselt sein. In der That vermögen wir denn auch mit Hilfe stärkster Linsen die Farbstoffwolken in Gruppen feiner und feinster Körnchen aufzulösen, welche dicht an einander gerückt die Maschenräume des Lininnetzes erfüllen. Die Nuance der Färbung dieser Körnchen ist um Einiges heller und matter, als die des Chromatins (Fig. 19).

Die Frage nun nach der Natur dieser Gebilde, ob sie Durchschnitte von Fäden oder isolirte Körnchen oder vielleicht Verdickungsstellen eines noch feineren Netzes sind, ist schwer zu entscheiden. Wir stehen hier an der Grenze unseres Wahrnehmungsvermögens und die Leistungsfähigkeit unserer besten optischen Hilfsmittel ist erschöpft.

In neuester Zeit hat Heidenhain (40) ähnliche Strukturen namentlich an Leukocyten nachgewiesen und Lanthanin genannt. Nach ihm sind die Körnchen Verdickungen (Mikrosomen) feinster chromatinloser Fädchen, welche in Form eines zarten Netzes zwischen den gröberen Gerüstbalken ausgespannt sind. Auch Reinke (63) konnte jene Körnchen in den verschiedensten Zellarten nach Auflösung des Chromatins vermittels Lysol und durch Färbung mit Alaunkarmin darstellen. Er bezeichnete den Stoff als Ödematin und lässt ihn als einen Bestandtheil des Kernsaftes in Form äußerst kleiner, isolirter, stark quellungsfähiger Körnchen innerhalb des Maschenwerkes des zwischen den gröberen Balken befindlichen feineren Lininreticulums eingelagert sein.

Sei dem nun, wie ihm wolle; jedenfalls haben wir auch in obigem Beispiele einen Hinweis darauf, dass wir nicht mehr berechtigt sind, den Kernsaft als eine bloße Ernährungsflüssigkeit ohne morphologische Besonderheiten, als eine einfache Lösung von Nährsalzen zu betrachten.

Wir kämen nun zur Besprechung der Kernmembran. Da ich mich indessen schon früher besonders bei Abhandlung der Plasmastruktur ausführlicher über diesen Gegenstand verbreitet habe, so brauche ich jenen Erörterungen nur noch hinzuzufügen, dass die bewussten Verdickungen der Kernmembran sich auch mit den specifischen Kerntinktionsmitteln kräftig färben, die Verbindungsstücke dagegen von diesen um Vieles schwächer berührt werden.

Die Nucleolen. Nach den bekannten Differentialfärbungen müssten wir den Nucleolus als eine Kernsubstanz betrachten, welche gegenüber dem Liningerüst, dem Chromatin und dem Kernsafte von besonderer Beschaffenheit ist. Doch lässt sich, wie das auch Flemming in seinem letzten Bericht folgerichtig betont, aus der Färbung allein noch keine scharfe Unterscheidung treffen, indem der Wechsel in der Reaktion auch der Mitbetheiligung eines Substrates der Nucleolarsubstanz zugeschrieben werden kann. Selbst Dichtigkeitsverschieden-

heiten zwischen Nucleolen und Gerüstsubstanz bezw. Chromatin dürften in Betracht kommen. In unseren Kenntnissen über die stoffliche Zusammensetzung der einzelnen Kernbestandtheile fußen wir eben jetzt noch auf zu unsicherem Boden und die Mikrochemie, von deren Seite allein eine endgültige Lösung der Frage zu erwarten stände, hat sich noch nicht aus den ersten Anfängen heraus entwickelt.

Nach morphologischen Begriffen stellt das Kernkörperchen der Nervenzelle ein rundliches, in Folge seines stärkeren Lichtbrechungsvermögens von der Umgebung ziemlich scharf abgesetztes Gebilde dar. Auch scheint ihm eine gewisse Formbeständigkeit eigen zu sein, wenigstens konnte ich an ihm derartige amöboide Bewegungen, wie sie verschiedentlich und in einwandsfreier Weise so z. B. von A. BRANDT, TH. EIMER (19) und Anderen an den Kernkörperchen von Eiern beobachtet wurden, nicht entdecken.

Betreffs der Lage desselben im Kerne gelten keine festen Normen; denn neben genau central eingestellten, finden sich häufig auch excentrische, bei Astacus und Hirudo selbst wandständige Nucleolen.

Auffällig sind ferner die Beziehungen der Nucleolen zum Liningerüstwerk, dessen Centren sie gleichsam bilden. Von jedem Kernkörperchen geht nämlich ein eigenes Fasersystem aus; die einzelnen Systeme aber verbinden sich mit einander zur Gesammtheit des Kerngerüstes. Ob dabei die zum Nucleolus tretenden Lininfäserchen mit der Substanz desselben verschmelzen oder jener dem Vereinigungspunkt der Gerüstbälkchen nur aufgelagert ist, muss ich unentschieden lassen. Die Nucleolen erhalten sich hierin komplicirter als die Chromatinkörnchen, und die Möglichkeit, dass der intensiv färbbaren Substanz des Kernkörperchens ein eigenes stützendes Liningerüst zu Grunde liegt, ist nicht ausgeschlossen. Allerdings hebt sich das Kernkörperchen bei der Tinktion durch eine stärker färbbare Rindenzone ziemlich bestimmt ab.

Im Inneren der Nucleolen d. h. der größeren oder Hauptnucleolen sieht man an frischen, wie konservirten Objekten regelmäßig lichte, kreis- oder eirunde Stellen, über deren Bedeutung die Meinungen der Forscher sehr aus einander gehen. Die Mehrzahl derselben erkennt in ihnen wohl vacuoläre Bildungen, Andere wieder sprechen sie für festere von der übrigen Substanz des Nucleolus verschiedene Stoffanhäufungen an.

Besonders deutlich sind diese Vacuolen, wie ich die Gebilde vorläufig nennen will, in den Ganglienzellen der Gastropoden und erlangen hier, wenn sie in der Einzahl vorhanden, nicht selten eine derartige Ausdehnung, dass selbst die Masse des Nucleolus bis auf einen schmalen

Randstreifen verschwunden sein kann. Andere Nucleolen enthalten mehrere solche Vacuolen von verschiedener Größe und Form; im letzteren Falle ist dann häufig die größere central gelegene von mehreren kleineren in Form einer Rosette umgeben, nicht selten treffen wir auch in der Mitte des Kernkörperchens vier kleinere gleich große zu einer Tetrade vereinigt. Die Figuren 11*a*—*d* werden die thatsächlichen Verhältnisse besser illustriren, als es die Beschreibung vermag. Von einer Vacuolisirung der Nucleolarsubstanz in Folge von Reagenswirkung kann hierbei keine Rede sein, da die beschriebenen und gezeichneten Bildungen sowohl an frischem als auch an konservirtem Materiale gleich deutlich zur Ansicht kommen.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich auch eine Beobachtung mit anbringen, welche gerade für die Frage, in wie weit die Lichtungen im Nucleolus als mit Flüssigkeit erfüllte Hohlräume zu deuten sind, nicht ohne einigen Werth sein dürften. An ganz frischen, und wie ich aus den nachstehend geschilderten Erscheinungen auch zu schließen glaube, an noch überlebenden Ganglienzellen von Helix arbustorum bemerkte ich in einigen Fällen, dass die Lichtung im Inneren des Kernkörperchens nicht in ihrem vollen Umfange von der Nucleolarsubstanz umringt war, sondern durch eine schmale Öffnung, welche von jener freigelassen wurde, mit dem Kerninnenraume in Verbindung stand. Im Laufe der Untersuchung verengerte sich die genannte Öffnung zu meinem Erstaunen mehr und mehr und schloss sich endlich ganz; an ihre Stelle war Nucleolarsubstanz getreten. Leydig hat schon früher eine ähnliche Erscheinung für die Nervenzellen vom Krebse verzeichnet, doch konnte er den Verschluss der Öffnung nicht beobachten.

An ebenfalls ganz frischen Zellen von Limax agrestis konnte ich ferner unter meinen Augen die Abschnürung einer kleineren Vacuole aus einer größeren Hauptvacuole verfolgen. Der Vorgang verlief auf die Weise, dass vom Rande des Hohlraumes her zwei sich gegenüberliegende Hervorragungen der Nucleolarsubstanz erschienen, welche allmählich einander entgegenwuchsen und so schließlich die Abschnürung herbeiführten. Umgekehrt sah ich wieder an anderen Zellen dieses Thieres zwei oder mehrere kleinere Vacuolen zu einer größeren Höhlung zusammenfließen.

Die Zahl der Nucleolen in einem Nervenzellkern ist sehr verschieden. Die meisten derselben enthalten die Kerne der Gastropoden, besonders der Helixarten; hier kommen neben drei bis fünf größeren Hauptnucleolen mit einem oder mehreren Hohlräumen im Inneren, sehr zahlreiche ganz zerstreut liegende kleinere Nebennucleolen bis zur Größe

eines Chromatinkornes herab vor, denen Vacuolen ganz fehlen und die sich von Chromatinkörnchen nur durch die Färbung unterscheiden.

Der Kernkörperchenkreis: Bei Gelegenheit einer genaueren Untersuchung der Maulwurfsschnauze auf ihren Bau als Tastwerkzeug wurde TH. EIMER (16—23) hin und wieder, besonders an den Zellkernen des Rete Malpighi auf eine eigenthümliche Struktur aufmerksam. Um die Nucleolen dieser Zellkerne nämlich fand sich regelmäßig ein heller Hof, der auf seiner ganzen Oberfläche gegen den übrigen feingranulirten Kerninhalt durch einen Kreis oder besser eine Schale stärker hervortretender Körnchen abgesteckt wurde. Die gleiche Erscheinung konnte dann später durch EIMER in frischen, wie mit Reagentien behandelten Kernen von Ektoderm-, Sinnes- und Ganglienzellen einiger Trachymedusen (Aegineta, Carmarina) und Ctenophoren (Beroë), ferner in den Kiemenepithelien des Axolotl, in Bindegewebszellen, Zellen der glatten Muskulatur, kurz in den verschiedensten Zellen der verschiedensten Thiere nachgewiesen und so zu einer allgemeinen Eigenschaft des Zellkernes erhoben werden. Bei diesen Untersuchungen stellte sich nun heraus, dass das in Rede stehende Gebilde einen weit zusammengesetzteren Aufbau besitzt, als Anfangs vermuthet wurde. Durch den hellen Hof, welchen EIMER kurz Hyaloid nennt, senken sich nämlich von den Körnchen aus feine Fädchen in radiärer Richtung gegen den Hauptnucleolus oder einen diesen vertretenden Nebennucleolus und verschmelzen theilweise mit der Substanz desselben. Nur in selteneren Fällen ist das ganze System der Radiärfasern deutlich, wie denn überhaupt die Körnchenschale in ein und derselben Zellenart bei gleicher Behandlungs- und Untersuchungsweise bald schärfer, bald weniger charakteristisch ausgebildet sein kann. Im letzteren Falle sind dann die körnigen Elemente der Schale sehr fein und von gleicher Größe wie die Körnchen im peripheren Theile des Kerns, welche EIMER als die optischen Durchschnitte von netzartig im Kerne verzweigten Protoplasmafäden auffasst. Es lag nun der Gedanke nahe auch die »Komponenten« des Körnchenkreises von diesem Gesichtspunkte aus zu betrachten, und EIMER behält sich wohl auch die Möglichkeit vor, dass es sich hierbei vielleicht um optische Durchschnitte von rechtwinklig umbiegenden Radiärfasern handeln könne; im Großen und Ganzen lässt er aber die Frage nach der Bedeutung der Körnchenschale noch offen.

Da ich nun auch an dem von mir untersuchten Materiale häufig die von EIMER beschriebenen Gebilde zu Gesicht bekam, so war es mir von Interesse, den Gegenstand genauer zu verfolgen, zumal unsere Kenntnisse hierüber in letzter Zeit wenig oder gar nicht erweitert worden sind.

In recht typischer Gestaltung traf ich den Körnchenkreis in den Nervenzellen von Mollusken, besonders in denen von Muscheln, wo mitunter selbst das vollständige Strahlensystem mit den zugehörigen Körnchen entwickelt war; ja in einem Falle wollte es mir scheinen, als ob von dem einen Körnchen ein feines Fädchen peripheriewärts gegen die Kernmembran zöge. In Fig. 6 ist die betreffende Linie der Deutlichkeit wegen viel zu dick und bestimmt gezeichnet.

Weniger ausgeprägt und im Allgemeinen seltener finden wir die Körnchenschale in den sogenannten »bläschenförmigen« Kernen. Bei diesen hat der Kernsaft im ganz frischen Zustande so stark lichtbrechende Eigenschaften, dass dadurch für gewöhnlich die feineren Strukturen verdeckt werden. Erst mit dem allmählichen Absterben der Zelle tritt eine Änderung der Lichtbrechungsverhältnisse zu Gunsten der geformten Kernbestandtheile ein. Zunächst erscheinen die Körnchen, später dann einzelne Radiärfasern. Ein eigentliches Hyaloid kommt bei diesen Zellen überhaupt nicht zur Ausbildung; wohl aber konnte ich dasselbe zuweilen recht schön in den Zellkernen bei Nacktschnecken (Fig. 24 bis 26) beobachten.

Die Entscheidung der Frage, als was jene Radiärfasern der Körnchenschale anzusprechen sind, dürfte, sobald wir die bei Besprechung des Kerngerüstes und der Beziehungen der Nucleolen zu letzterem geschilderten Verhältnisse näher ins Auge fassen, mit größeren Schwierigkeiten nicht verknüpft sein. Ohne Zweifel sind die vom Kernkörperchen ausgehende Lininstrahlung und das mit der Körnchenschale in Verbindung stehende Fasersystem gleichwerthige Bildungen.

Weit schwerer fällt die Beurtheilung der körnigen Elemente. Wie wir aus den Eimer'schen Befunden ersehen — und ich kann das auch an meinen Untersuchungsobjekten bestätigen — treten uns jene in zwei Erscheinungsformen entgegen; als feinere, in Größe von den übrigen Granulationen des Kernes nicht abweichende und als größere Körnchen mit stärkerem Glanz. Erstere möchte ich, so weit die Untersuchungen an Nervenzellen eine derartige Verallgemeinerung zulassen, in Vergleich mit Chromatinkörnchen bringen; denn in konservirten und gefärbten Präparaten sah ich solche oft das Kernkörperchen in der bekannten regelmäßigen Gruppirung umgeben. In manchen Zellen waren die Körnchen, vermuthlich durch Reagenswirkung, ganz an den Nucleolus gerückt und scheinbar mit dessen Umrissen verklebt. Die andere Form zeigt schon am frischen Objekte nach Größe und Glanz überraschende Ähnlichkeiten mit Nucleolen. Noch mehr treten diese durch die Färbung hervor, indem jene Körperchen hierbei einen tieferen Ton annehmen als die Chromatinkörnchen. Nicht selten haben

sich auch die von dem Körperchen ausgehenden Radiärfasern etwas kräftiger mitgefärbt (Fig. 16—18). Periphere Ausstrahlungen der größeren Körnchen habe ich jedoch, ausgenommen den einen vorerwähnten Fall an frischen Nervenzellen von Anodonta, nicht feststellen können. Ich bin desshalb auch zu keinem sicheren Urtheil gekommen, in wie weit die Körnchen etwa als Verdickungen von besonders ausgebildeten und stärkeren Lininfasern zu deuten sind oder ob sie thatsächlich Nucleolen bezw. Nebennucleolen entsprechen, welche sich vielleicht vom Mutterkörper getrennt haben und »durch Wirkung centraler Lebensherde« in jener typischen, regelmäßigen Stellung verharren.

III. Kern und Plasma in ihren Beziehungen zu einander.

Die ersten Mittheilungen über Beziehungen von Nervenprimitivfibrillen zum Kern und Kernkörperchen stammen von Harless (39). Derselbe konnte in den Ganglienzellen des elektrischen Lappens von Torpedo feinste Fibrillen vom Kernkörperchen aus durch den Kern und Zellleib hindurch bis auf weite Strecken hin verfolgen; an anderen Zellen des Torpedogehirnes fand er dagegen diese Kernkörperchenfädchen nicht vor; hier entsprangen vielmehr die Nervenzellfortsätze direkt aus der Kernperipherie. Ähnliche Beobachtungen machten später auch Lieberkühn an Ganglienzellen des Frosches, Wagener (76) an solchen von Hirudo, Aulastomum, Limax und Limnaeus, dessgleichen auch Kölliker an Zellen aus dem Ganglion Gasseri vom Kalb und Arnold an den sympathischen Ganglienzellen vom Frosch. In den letzten Jahrzehnten wurden namentlich an den Nervenzellen wirbelloser Thiere von Solbrig (71), H. Schultze (69), Haller (36) und Eisig (24) Bestätigungen für das Vorkommen von Kern- und Kernkörperchenfortsätzen erbracht.

Besonders eingehend hat sich Mitte der sechziger Jahre Frommann (30, 31) mit dieser Frage beschäftigt, und zu wiederholten Malen konnte er in Vorderhornzellen aus dem Rückenmark des Rindes, sowie in den Spinalzellen eines Kindes, welche er theils in frischem Zustande, theils nach vorausgegangener Behandlung mit salpetersaurem Silber untersuchte, das Eintreten einzelner Fibrillen aus dem Plasma in das Kerninnere wahrnehmen. Die Fäserchen endeten schließlich im Nucleolus.

Auch Eimer (23) vertritt noch in neuester Zeit, gestützt auf Thatsachen, welche er im Laufe seiner ausgedehnten Studien am Nervensystem verschiedener Thiere gewonnen hat, die Anschauung, dass nervöse Fibrillen in den Kern hinein und hier mit den Strukturelementen desselben in allerdings komplicirter Weise in Beziehung treten müssen, dass ferner der Kern als das Centrum für die Nerventhätigkeit anzusprechen ist, dem Plasma hingegen nur leitende Funktionen zukommen. Sonach bezeichnet Eimer den Kern auch anderer Zellen als den »Anreger und Leiter der Lebensvorgänge in der Zelle«.

Nach den Angaben in der Litteratur müssen wir also bezüglich der Verbindung von Nervenprimitivfibrillen mit Kernbestandtheilen drei Fälle unterscheiden.

1) Eintreten von Fibrillen der Nervenzellsubstanz in den Kern.

2) Kernkörperfortsätze. Dieselben durchdringen die Substanz des

Kernes und Plasmas ohne dabei Beziehungen mit den Strukturelementen derselben einzugehen. Obwohl ich das Vorhandensein solcher Gebilde mit Rücksicht auf die vielseitigen Bestätigungen hierüber keineswegs in Zweifel ziehen will, so war mir doch andererseits niemals Gelegenheit geboten, ihrer an den von mir untersuchten Nervenzellen ansichtig zu werden. Jedenfalls sind sie hier recht selten.

3) Kernfortsätze. Bei Beurtheilung derselben muss man ungemein vorsichtig sein, da gern durch Druck von Seiten des Deckglases oder durch Reagenswirkung Kunstprodukte entstehen, welche Fortsätze der Kerne vortäuschen können. Mit Vorliebe unterlaufen solche Täuschungen an Nervenzellen von Schnecken, wo die Kerne beim Zerzupfen leicht aus der Zellsubstanz frei gemacht und so allerlei Insulten ausgesetzt werden. Ganz einwandsfreie Kernfortsätze sind mir niemals zu Gesicht gekommen.

Wenn ich nun nach dem Vorausgegangenen meine eigenen Vorstellungen über den Zusammenhang von Kern und Plasma innerhalb der Nervenzelle entwickeln soll, so kann ich mich hierbei unter Berufung auf Abschnitt I und II der vorliegenden Arbeit ganz kurz fassen.

Aus den dort näher erörterten Befunden ersehen wir Folgendes:
1) Der Zellleib der Nervenzelle besteht aus varikösen Fibrillen, die sich im Umkreis des Kernes, bei Lumbricus schon im Ursprungstheil des Fortsatzes, unter Bildung zahlreicher Queranastomosen in ein Netzwerk auflösen. Die Varikositäten sind eine besondere Eigenschaft der Plasmafibrillen, da sie denjenigen des Achsencylinders fehlen oder doch nicht durch die Färbung nachzuweisen sind.

2) Das Kerngerüst der Nervenzelle stellt ein System feiner überall gleich dicker Fädchen dar, welche vom Nucleolus radiär ausstrahlen und innerhalb des Kernes sich netzartig verzweigen. Die Endbälkchen dieses Netzes gehen unmittelbar in die Substanz der Kernmembran über. Die Gerüstfäden sind Träger des Chromatins, welches immer in körniger Form vorhanden ist. Menge, Größe und Vertheilungsweise der Chromatinkörnchen, sowie die Maschenbreite des Fasernetzes ist je nach Thierart verschieden.

3) Die Kernmembran besitzt knötchenartige Verdickungen von gleicher Beschaffenheit, wie diejenigen der Plasmafibrillen. Diese Knötchen bilden die Vereinigungspunkte der sowohl vom Plasma, als auch vom Kerngerüst ausgehenden Endfäserchen. Auch bei den Mollusken, bei welchen eine knotige Struktur der Kernmembran nicht mit

Sicherheit festzustellen war, konnten am frischen Präparate ähnliche Verhältnisse dargelegt werden.

Auf Grund dieser Sätze nun möchte ich die Kernmembran der Nervenzellen bei Wirbellosen nicht als eine besondere gleichsam cuticulare Ausscheidung des Kernes ansehen, sondern sie auffassen als ein Verschmelzungsprodukt von Kern- und Plasmabestandtheilen. Dann wäre die morphologische Grundlage für den Übergang bezüglich Zusammenhang von Kern- und Plasmagerüst in der Nervenzelle der Wirbellosen gegeben.

Litteraturverzeichnis.

1. R. Altmann, Die Elementarorganismen. Leipzig 1894.
2. A. Arndt, Untersuchungen über die Ganglienzellen des Sympathicus. Arch. f. mikr. Anat. Bd. X.
3. Derselbe, Untersuchungen über Spinalganglien. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. XI.
4. J. Arnold, Über die feineren Verhältnisse der Ganglienzellen in dem Sympathicus des Frosches. Arch. f. path. Anatomie. Bd. XXXII. (1865).
5. Derselbe, Ein Beitrag zur feineren Struktur der Ganglienzellen. Arch. f. path. Anatomie. Bd. XLI. (67).
6. A. Bethe, Angaben über ein neues Verfahren der Methylenblaureaktion. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. XLV.
7. Böhmig, Beiträge zur Kenntnis des Centralnervensystems einiger pulmonaten Gastropoden. Leipzig. Diss. 1883.
8. Buchholtz, Bemerkungen über den histologischen Bau des Centralnervensystems der Süßwasserschnecken. Müller's Archiv 1863.
9. O. Bütschli, Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Leipzig 1892.
10. Courvoisier, Beobachtungen über d. symp. Grenzstrang. Arch. f. mikr. Anat. Bd. II.
11. Derselbe, Über die Zellen d. Spinalgangl. und d. Symp. des Frosches. Arch. f. mikr. Anat. Bd. IV.
12. J. Dietl, Die Gewebselemente d. Centralnervensystems bei wirbellosen Thieren. Berichte des naturwissenschaftlichen Vereins zu Innsbruck. Bd. VII. Jahrgänge 76/78.
13. A. S. Dogiel, Zur Frage über den Bau der Nervenzellen etc. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLI.
14. Ch. G. Ehrenberg, Beobachtung einer bisher unbekannten auffallenden Struktur des Seelenorgans bei Menschen und Thieren. Abhandl. d. k. Akademie d. Wiss. z. Berlin 1834.

15. P. Ehrlich, Über d. Methylenblaureaktion d. leb. Nervensubstanz. Autoref. im Biolog. Centralblatt. Bd. VI.
16. Th. Eimer, Die Schnauze d. Maulwurfs als Tastwerkzeug. Arch. f. mikr. Anat. Bd. VII.
17. Derselbe, Untersuchungen üb. d. Eier d. Reptilien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. VIII.
18. Derselbe, Zur Kenntnis vom Bau des Zellkerns. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XI.
19. Derselbe, Über amöboide Bewegungen des Kernkörpers. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XI.
20. Derselbe, Zoologische Studien auf Capri I. Über Beroë ovatus. Leipzig 1873.
21. Derselbe, Die Medusen. Tübingen 1878. (p. 212—213.)
22. Derselbe, Weitere Nachrichten über den Bau des Zellkerns etc. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XIII.
23. Derselbe, Entstehung der Arten. Jena 1888.
24. Eisig, Die Capitelliden. Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 16. Monographie. Berlin 1887, citirt nach Retzius.
25. W. Flemming, Vom Bau der Spinalganglienzellen. Beiträge zur Anatomie und Embryologie. Festschrift für Henle. 1882.
26. Derselbe, Zellsubstanz, Kern- und Zelltheilung. Leipzig 1882.
27. Derselbe, Die Zelle. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte von Merkel und Bonnet. Bd. I, II, III.
28. M. Flesch, Mittheilungen der naturf. Gesellschaft. Bern 1887, cit. nach Lenhossék.
29. Freud, Über den Bau der Nervenfasern und Nervenzellen beim Flusskrebs. Sitzungsberichte der Akad. der Wissensch. in Wien 1882.
30. Frommann, Über die Färbung der Binde- u. Nervensubstanz d. Rückenmarks etc. Arch. f. path. Anat. Bd. XXXI.
31. Derselbe, Zur Struktur der Ganglienzellen der Vorderhörner. Arch. f. path. Anat. Bd. XXXII.
32. Derselbe, Zur Lehre von der Struktur der Zellen. Jen. Zeitschrift f. Naturwiss. Bd. IX.
33. A. Gitiss, Beiträge zur vergleichenden Histologie der peripheren Ganglien. Diss. Bern 1887.
34. V. Häcker, Das Keimbläschen, seine Elemente und Lageveränderungen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLI.
35. B. Haller, Beiträge zur Kenntnis der Nerven im Peritoneum von Doris tuberculata. Arbeit. aus d. Zool. Institut Wien. Bd. V.
36. Derselbe, Untersuchungen über marine Rhipidoglossen. Morphol. Jahrbuch, Bd. XII.
37. Derselbe, Beiträge zur Kenntnis der Textur des Centralnervensystems höherer Würmer. Arb. aus dem Zool. Institut Wien. Bd. VIII.
38. Hannover, Recherches microscop. sur le syst. nerv. etc., cit. nach Solbrig.
39. Harless, Briefliche Mittheilung über die Ganglienkugeln etc. Müll. Arch. 1846.
40. M. Heidenhain, Über Kern und Protoplasma. Festschrift für Kölliker. 1892.
41. Helmholtz, De fabrica syst. nerv. evertebr. Diss. Breslau 1842, cit. nach Solbrig.
42. E. Hermann, Das Centralnervensystem v. Hirudo med. München 1875, cit. nach Vignal.
43. O. Hertwig, Die Zelle und die Gewebe etc. Jena 1892.
44. Key und Retzius, Studien über Anatomie des Nervensystems etc., cit. nach Flemming.



45. H. Konepp, Beiträge zur Kenntnis der Nervenzellen in den peripheren Ganglien. Diss. Bern 1886.

46. A. Kotlarewsky, Physiologische und mikrochemische Beiträge zur Kenntnis der Nervenzellen in den peripheren Ganglien. Diss. Bern 1877.

47. K. Krieger, Über das Centralnervensystem des Flusskrebses. Diese Zeitschr. Bd. XXXIII.

48. P. Kronthal, Histologisches von den großen Zellen in den Vorderhörnern. Neurolog. Centralbl. 1890. Bd. IX.

49. Lahousse, La cellule nerveuse et la névroglie. Anat. Anz. Bd. I.

50. M. v. Lenhossék, Untersuchungen über d. Spinalgangl. des Frosches. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXVI.

51. Derselbe, Der feinere Bau des Nervensystems etc. Berlin 1895.

52. F. Leydig, Lehrbuch der Histologie der Menschen und der Thiere.

53. Derselbe, Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere. Bonn 1883.

54. Derselbe, Zelle und Gewebe. Bonn 1885.

55. F. Nansen, The structure and combination of the histological elements of the central nervous syst. Bergens Museum Aarsberetning for 1886. Auszug im Anat. Anzeiger. Bd. III.

56. F. Nissl, Über die Untersuchungen der Großhirnrinde. Tagebl. d. Naturforscher-versamml. Straßburg 1885.

57. Derselbe, Mittheilungen zur Anatomie der Nervenzelle. Allgem. Zeitschrift für Psychiatrie. Bd. L.

58. Derselbe, Über Rosin's neue Färbemethode etc. Neurolog. Centralblatt. Bd. XIII.

59. Derselbe, Über die sog. Granula der Nervenzellen. Neurol. Centralblatt. Bd. XIII.

60. F. de Quervain, Über die Veränderung des Centralnervensystem bei experimenteller Kachexia thyreopriva der Thiere. Arch. f. path. Anat. Bd. CXXXIII.

61. B. Rawitz, Das centrale Nervensystem der Acephalen. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XX.

62. Derselbe, Über Attraktionssphären und Centrosoma etc. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLV.

63. F. Reinke, Zellstudien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLIII.

64. Remak, Observationes anatom. et microsc. system. etc. Diss. Berlin. 1838, cit. nach Solbrig.

65. Derselbe, Kurze Abhandlung über den Inhalt der Nervenröhren beim Flusskrebse. Müller's Arch. 1843. Neurologische Erläuterungen. Müller's Archiv. 1844.

66. G. Retzius, Biologische Untersuchungen. Neue Folge I. Stockholm.

67. E. Rohde, Histologische Untersuchungen über d. Nervensystem d. Polychäten. Zool. Beiträge. Herausgeg. von Schneider. Bd. II.

68. Derselbe, Histologische Untersuchungen über das Nervensystem d. Hirudineen. Zool. Beiträge. Herausgeg. von Schneider. Bd. III.

69. H. Schultze, Die fibrilläre Struktur der Nervenelemente bei Wirbellosen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XVI.

70. M. Schultze, Allgemeines über die Strukturelemente des Nervensystems. Stricker's Handbuch d. Gewebelehre. 1870.

71. A. Solbrig, Über die feinere Struktur der Nervenelemente bei den Gastropoden. Leipzig 1872.

72. Stilling, Über den Bau der Nervenprimitivfaser und der Nervenzelle. 1856.

73. G. Schwalbe, Über den Bau der Spinalgangl. und des Symp. vom Frosch. Arch. f. mikr. Anat. Bd. IV.
74. Derselbe, Bemerkungen über die Kerne der Nervenzellen. Jen. Zeitschrift für Naturwissensch. Bd. X.
75. W. Vignal, Recherches histologiques sur les centres nerveux de quelques invertébrés. Arch. de Zool. expér. et gén. II. Sér. Bd. I. (1883).
76. G. v. Wagener, Über den Zusammenhang des Kerns und Kernkörperchens der Ganglienzelle mit dem Nervenfaden. Diese Zeitschr. Bd. VIII.
77. Waldeyer, Untersuchungen über den Ursprung und Verlauf des Achsencylinders, cit. nach Solbrig.
78. Walter, Mikroskopische Studien über das Centralnervensystem wirbelloser Thiere. Bonn 1868.
79. Will, Vorläufige Mittheilung über die Struktur der Ganglien etc. Müll. Archiv.
80. Young, Recherches sur la structure intime et les fonctions du système nerveux etc. Arch. de Zool. expér. et gén. Bd. VII. (1878).

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXVII.

Fig. 1. Nervenzelle aus einem Thorakalganglion von Astacus fluviatilis. Querschnitt. Methylenblau.

Fig. 2. Eine andere Zelle desselben Präparates im Längsschnitt.

Fig. 3. Nervenzelle aus dem Schwanzganglion von Astacus fluviatilis, frisch.

Fig. 4 u. 5. Nervenzellen aus dem Bauchganglienstrang von Lumbricus terrestris in verschiedener Höhe durchschnitten. Methylenblau.

Fig. 6. Nervenzelle aus dem Pedalganglion von Anodonta mutabilis, frisch. *p*, Pigment.

Fig. 7. Nervenzelle von Arion empiricorum. Eisenhämatoxylin.

Fig. 8—10. Nervenzellkerne von Arion empir. Eisenhämatoxylin. Bei Fig. 10 Kern ganz oberflächlich getroffen.

Fig. 11 *a—d*. Verschiedene Nucleolen aus Nervenzellkernen von Arion emp. Eisenhämatoxylin.

Fig. 12. Nervenzellkern von Helix pomatia. Eisenhämatoxylin.

Fig. 13. Nervenzellkern von Limnaeus stagnalis. Safranin.

Fig. 14. Nervenzelle von Limnaeus stagnalis. Safranin.

Fig. 15. Nervenzelle von Helix pomatia, frisch.

Fig. 16—18. Nervenzelle und Nervenzellkerne von Anodonta mutabilis. Hämatoxylin.

Fig. 19. Nervenzellkern von Astacus fluviatilis. Safranin.

Fig. 20—22. Nervenzellkerne von Lumbricus. Safranin.

Fig. 23. Nervenzellkern von Sepia officinalis.

Fig. 24—26. Nervenzellkerne von Arion emp. frisch, mit Hyaloid und Körnchenkreis.

Über Kerntheilung, Eireifung und Befruchtung bei Ophryotrocha puerilis.

Von

Prof. **E. Korschelt** in Marburg.

Mit Tafel XXVIII—XXXIV.

In einer früheren Arbeit behandelte ich außer einigen mir besonders interessant erscheinenden Punkten aus der Lebensgeschichte der *Ophryotrocha puerilis* auch die bis dahin nicht bekannten eigenthümlichen Geschlechtsverhältnisse dieses kleinen Polychäten. Bei jener Untersuchung lernte ich einige Stadien der Richtungskörperbildung kennen, aus denen hervorging, dass die Eireifung dieses Wurmes in verschiedener Hinsicht von Interesse sein müsse. Es ergab sich aber auch zugleich, dass sich ein Studium der Eireifung und Befruchtung nicht so leicht bewerkstelligen ließe, wesshalb ich die Untersuchung auf günstigere Zeit verschieben musste. Ich hatte damals zunächst die erste Richtungsspindel aufgefunden, welche innerhalb des mütterlichen Körpers gebildet wird und eine recht eigenartige Gestaltung zeigt. Sie ist im Verhältnis zum Durchmesser des Eies sehr lang, liegt inmitten des Eies und weist eine höchst charakteristische Anordnung des Chromatins auf (Fig. 93 Taf. XXX). Dasselbe stellt eine aus vier dicht an einander gelagerten Körnern bestehende Äquatorialplatte dar, zeigt also dieselben Verhältnisse wie man sie von *Ascaris megalocephala univalens* kennt. In einem späteren Stadium der Spindel fanden sich diese Körner zu zwei Paaren aus einander gewichen (Fig. 95 und 96 Taf. XXX), welches Stadium ebenfalls beim Pferdespulwurm in der gleichen Weise beobachtet wird. Nach diesen Befunden glaubte ich es unbedenklich aussprechen zu dürfen, dass bei *Ophryotrocha* wie bei jener Form nur ein einziges viertheiliges Chromosoma vorhanden sei. Es schien mir von Interesse, eine Form mit so einfachen Verhältnissen des Chromatins genauer kennen zu lernen und überdies festzustellen, ob die Vorgänge wirklich bis ins

Einzelne so wie bei *Ascaris meg. univalens* verliefen. Wie ich schon gelegentlich eines Vortrags über diesen Gegenstand mittheilte[1], stellte sich bei der weiteren Verfolgung der Eireifung heraus, dass dieselbe thatsächlich in anderer Weise als bei jener Varietät des Pferdespulwurms vor sich geht. Zunächst wurden in einem späteren Stadium der ersten Richtungsspindel auch die doppelte Anzahl der Chromatinkörner, nämlich acht gefunden (Fig. 99, 100 Taf. XXX). Bekanntlich ist auch dieses Stadium beim Pferdespulwurm vertreten und zwar als erste Richtungsspindel von *Asc. meg. bivalens*. Diese verschiedene Beschaffenheit der ersten Richtungsspindel legte die Vermuthung nahe, dass auch bei *Ophryotrocha* ähnlich wie bei *Ascaris megalocephala* zwei Varietäten vorkommen möchten, welche sich durch die Verschiedenartigkeit der Chromosomenzahlen unterscheiden. Die weiteren Untersuchungen zeigten jedoch, dass die geringere und höhere Chromosomenzahl bei ein und demselben Individuum auftrat. Es erschien daher nöthig, erst die Normalzahl der Chromosomen festzustellen. Zu diesem Behufe untersuchte ich zunächst die Furchung und da sich auch hierbei Verhältnisse herausstellten, die nicht als maßgebend angesehen werden konnten, so dehnte ich die Untersuchungen auf die Spermatogenese und Eibildung, sowie auf verschiedene Gewebe des ausgebildeten Körpers aus. Es ergaben sich dabei nach verschiedener Richtung nicht uninteressante Resultate, so dass ich die Beobachtungen weiter fortsetzte, als ursprünglich beabsichtigt war. Ich werde sie hier dem eigentlichen Gegenstand meiner Untersuchungen, der Eireifung und Befruchtung, vorausschicken.

Methode.

Für die Untersuchung der noch im mütterlichen Körper gelegenen Eier gab konc. Sublimatlösung gute Resultate, eben so Pikrinessigsäure in der von Boveri angegebenen Mischung. Die erstere Konservirung ist für die jüngeren, die letztere für die älteren Stadien der Eireifung vorzuziehen, so weit diese im Mutterthier verläuft. Es wurden gegen 180 Würmer in Schnittserien zerlegt.

Bei der Untersuchung der abgelegten Eier wurde möglichst genau der Zeitpunkt der Eiablage festgestellt. Die näheren Umstände, unter denen die Eiablage stattfindet, gab ich bereits in der früheren Arbeit an. Man kann schon mit der Lupe erkennen, wenn sich das Weibchen zur Eiablage vorbereitet. Es ist dann auch regelmäßig von einem Männchen begleitet. Die Zahl der abgelegten Eier ist verschieden und richtet sich nach der Größe der Weibchen bezw. nach der Zahl der Eier, die

[1] Verhandl. Deutsch. Zool. Gesellschaft. 5. Jahresvers. zu Straßburg 1895.

in ihm vorhanden sind. Gewöhnlich werden alle Eier eines Weibchens abgelegt; nur selten bleibt ein Theil der reifenden Eier im Mutterthier zurück. Man findet Gelege von 20 bis zu 150 und mehr Eiern. Dieselben liegen in einem in Folge der Dotterfärbung gelblich erscheinenden Eihaufen über einander. Der ganze Eierhaufen ist von einer ziemlich zähen gallertigen Hülle umgeben, welche die Eier so fest zusammenhält, dass man das Gelege leicht im Ganzen aus dem Wasser herausnehmen kann. Die Ablage kann an Pflanzentheilen geschehen und dann ist die Loslösung sehr einfach. Zumeist finden sich die Eier jedoch an der Wand des Aquariums. Von dieser löst man sie am besten ab, indem man mit einem feinen, scharfen Skalpell dicht an der Glaswand hinfährt und sofort mit einer Glasröhre das Eierhäufchen aus dem Wasser heraushebt. Dann halten die Eier gut zusammen und man hat nur selten Schwierigkeiten, dass sie bei den weiteren Operationen aus der Hülle herausfallen.

Die Eier befinden sich bei der Ablage im Stadium der ersten Richtungsspindel. Zumeist erfolgt die Ablage in den Abend- und Morgenstunden, doch legen die Würmer auch zuweilen Tags über die Eier ab. Die Zeit, in der sich die folgenden Entwicklungsvorgänge abspielen, ist keine ganz bestimmte, doch schreiten die Eier in etwa $1\,{}^1/_2$ bis 2 Stunden bis zur Befruchtung und Ausbildung der ersten Furchungsspindel vor. Danach kann die Zeit für die Konservirung der einzelnen Stadien einigermaßen bestimmt werden, doch lässt es sich auch ungefähr an den Eiern erkennen, in welchem Stadium sie sich befinden, obwohl sie fast ganz undurchsichtig sind. Die Größe und Lage der die Kerne andeutenden hellen Flecke lässt auf die betr. Stadien mit einer gewissen Sicherheit schließen.

Eben so wie bei den Würmern selbst, wurden auch für die Eier die verschiedenen Konservirungsmittel angewandt, wobei das BOVERI'sche Pikrinessigsäuregemisch[1] die besten Ergebnisse lieferte. Darin verblieben die Eier drei bis vier Stunden, wurden einige Zeit in 70 $^0/_0$igem Alkohol und später in 96 $^0/_0$igem Alkohol belassen bis sie die gelbe Farbe verloren. Die Färbung wurde mit Boraxkarmin oder Hämatoxylin in toto oder an den Schnitten vorgenommen. Im ersteren Falle wurde überfärbt und die überflüssige Farbe den Schnitten nachträglich mit angesäuertem Alkohol ausgezogen.

Für die bessere Darstellung der achromatischen Strukturen wurde das HERRMANN'sche Platinchloridosmiumessigsäuregemisch mit nachfolgender Behandlung mit Holzessig sowohl an den Würmern wie an den

[1] Zellenstudien, 1. Heft, p. 11.

Eiern angewendet. Da ich jedoch das Hauptgewicht auf das Verhalten der chromatischen Substanz zu legen hatte und nicht in Besitz allzureichlichen Materials war, so fanden der Hauptsache nach nur die Methoden Anwendung, die sich bewährt hatten. Es wurden gegen 130 Eierhäufchen in Schnittserien zerlegt.

Alle Eier eines Geleges befinden sich auf ungefähr dem gleichen Stadium. Die Abweichungen der einzelnen Eier sind äußerst gering. Dies gilt nicht nur für die ersten Stadien nach der Ablage, sondern auch für die späteren Stadien. Dagegen kommt es sehr oft vor, dass einige Eier eines Geleges auffallend in der Entwicklung gegenüber den anderen zurückbleiben oder auf dem Stadium der ersten Richtungsspindel, auf welchem die Ablage geschieht, verharren. Dies sind Eier, bei denen die Befruchtung verspätet oder gar nicht eingetreten ist. Der letztere Umstand wie auch das gleichartige Fortschreiten der Entwicklung bei den einzelnen Eiern wird sich weiterhin von einer besonderen Bedeutung erweisen.

I. Die Kerntheilungen der Keimzellen, sowie verschiedener Gewebs- und Embryonalzellen.

1. Die Kerntheilungen bei der Samenbildung.

Die männlichen Geschlechtszellen der *Ophryotrocha* nehmen in den Wucherungen des Peritonealepithels ihren Ursprung, die ventral an den Dissepimenten gelegen sind, wie ich in meiner früheren Arbeit in Übereinstimmung mit Braem zeigte. Die feineren Vorgänge der Spermatogenese zu verfolgen, lag damals nicht in meiner Absicht, da es mir nicht schien, als ob sie von dem bei anderen Thieren darüber Bekannten abwichen. Dagegen widmete Braem ihnen ein genaueres Studium. Er fand, dass eben sowohl wie in den Ovarien auch in den Hoden die Zelltheilungen nur auf amitotischem Wege vor sich gehen und er suchte dieses auffallende Verhalten durch Ausführungen allgemeinerer Natur zu erklären. Thatsächlich vermehren sich nun sowohl die weiblichen wie auch die männlichen Geschlechtszellen auf mitotischem Wege und die von Braem gegebenen Abbildungen mit der genauer geschilderten eigenthümlichen Vertheilung des Chromatins finden dadurch ihre Erklärung. Es sind Vorbereitungsstadien der karyokinetischen Theilung.

Sowohl bei Würmern, die mit Sublimat wie auch besonders bei solchen, die mit Pikrinessigsäure konservirt waren, treten in den Hoden zahlreiche Kerntheilungsfiguren auf, unter denen man alle Stadien der Karyokinese auffinden kann. Fig. 1 *A* (Taf. XXVIII) stellt eine Spermatogonie in der beginnenden Knäuelbildung dar. In Fig. 1 *B* zeigt sich der

Kernfaden ausgebildet und stark gefärbt; in Fig. 1 *C* sind vier Schleifen gebildet. Da sich die freien Schenkelenden der Schleifen stark nähern, so erinnert dieses Stadium an die in neuerer Zeit vielfach beobachteten Ringbildungen der Chromosomen, ohne jedoch die mit dieser verbundene Bedeutung beanspruchen zu können. Die Übereinstimmung in der Form ist nur eine zufällige, so weit ich sehen konnte, und es kommen nur Schleifen von der gewöhnlichen Form zu Stande, welche die Äquatorialplatte der Spindel bilden und sich in die acht Tochterschleifen spalten (Fig. 1 *D*).

Zuweilen erhält man Bilder, wie das in Fig. 2 *A* dargestellte. Zwischen die vier Schleifen schieben sich noch zwei weitere ein, so dass sechs Schleifen in einer Ebene liegen. Man hat hier jedenfalls ein etwas verschobenes Dyasterstadium vor sich, indem zwei Schleifen des einen sich zwischen diejenigen des anderen Tochtersterns hineingelagert haben. Mehr als acht Schleifen ließen sich auch hier nicht nachweisen. Ich musste auf derartige Bilder achten und führe sie besonders an, weil in den Furchungszellen eine größere Chromosomenzahl auftreten kann und Ähnliches auch von den Gewebs- bezw. Keimzellen vermuthet werden könnte.

Andere Zellen, wie z. B. Fig. 2 *B* lassen die sicher nur aus vier Kernschleifen bestehende Äquatorialplatte in der Polansicht sehr klar erkennen. Weiterhin geht die Vierzahl der Schleifen auch aus der seitlichen Ansicht der Spindel deutlich hervor (Fig. 2 *C* und *D*). Die Schleifen sind hier eben in der Spaltung begriffen. In Fig. 2 *C* sieht man die vorn und hinten gelegene Schleife in der Verkürzung angedeutet; in Fig. 2 *D* wurden diese beiden in einer anderen Ebene gelegenen Schleifen nicht eingezeichnet.

Die Figuren 2 *E* und *F* zeigen die Theilung der Spermatogonien weiter fortgeschritten. Auch aus den Seitenansichten der Tochtersterne ist zu entnehmen, dass vier bezw. jedenfalls nicht mehr als vier Schleifen vorhanden sind. In den Abbildungen lässt sich dies übrigens weniger deutlich wiedergeben als es die genaue Untersuchung lehrt. Trotzdem sieht man aus ihnen ohne Weiteres, dass sie die Bilder der Fig. 1 ergänzen.

Die bisher besprochenen Bilder bezogen sich auf Zellen, die im Hoden lagen. Die weiteren Theilungen vollziehen sich jedoch an den bereits von den Hoden losgelösten und frei in der Leibeshöhle flottirenden Zellen. Diese lassen zunächst noch die gleichen Bilder erkennen. Fig. 3 *B* zeigt einen Mutterstern, Fig. 3 *C* die Tochtersterne, welche, wie auch der Mutterstern, aus je vier Schleifen bestehen. Die Zellen sind erheblich kleiner geworden, wie die bei gleicher Vergrößerung ausgeführten Figuren erkennen lassen. Die ebenfalls frei in der Leibeshöhle

angetroffene Zelle der Fig. 3 *A* dürfte das zu den vorerwähnten Stadien gehörige Knäuelstadium des Kernes enthalten.

Zur Untersuchung der in den beiden letzten Theilungsstadien der Spermatogenese stattfindenden Reduktion ist *Ophryotrocha* ein durchaus ungünstiges Objekt. Die männlichen Zellen werden schließlich zu klein, als dass man die in ihren Kernen sich vollziehenden Umlagerungen des Chromatins noch mit Sicherheit verfolgen könnte. Das Zellplasma ist bei diesen noch kleineren Zellen bereits sehr stark reducirt. Ich konnte jedenfalls nur noch die Kerne erkennen. In Fig. 4 ist eine Gruppe solcher männlicher Zellen dargestellt. Das Chromatin scheint in Form eines allerdings zumeist nicht deutlich ausgeprägten Kernfadens gelagert zu sein (Fig. 4 *A*). In anderen Fällen sieht man es in wenig regelmäßiger Weise der Peripherie anliegen (Fig. 4 *B*) oder es ist in zwei von einander getrennten Partien angehäuft, zwischen denen sich einige feine verbindende Fäden erkennen lassen (Fig. 4 *C*). Ich bin geneigt, dies Alles für undeutlich ausgeprägte, weil vielleicht nicht genügend konservirte Kerntheilungsfiguren zu halten. Da sich die früheren Stadien karyokinetisch theilen, so werden dies auch die späteren thun. Aber Genaueres über die Zahl der Chromosomen ließ sich jedenfalls an meinem übrigens sonst vortrefflich konservirtem Material nicht feststellen. Ganz ähnliche Bilder sind übrigens von Braem gegeben worden, so z. B. Fig. 22, Taf. X, allerdings dürften dieselben wohl früheren Stadien entsprechen, wie aus dem Vergleich mit Fig. 23 und 24 hervorgeht. Man möchte sie jedenfalls als karyokinetische Figuren deuten, sowie eine ganze Reihe der früheren Figuren und dies würde ja auch mit den von mir für die jüngeren Stadien beschriebenen karyokinetischen Theilungen übereinstimmen.

Die übrigen in der Fig. 4 enthaltenen Zellen lassen erkennen, dass die Theilung thatsächlich noch weiter gegangen ist (*D*, *E*). Sie sind kleiner und stellen die fertigen Spermatozoen dar. Die Schwänze derselben sind außerordentlich zart, wie ich schon früher angab und lassen sich auch an gefärbten Präparaten nicht erkennen. An den Samenzellen macht sich, wenn sie geeignet liegen, ein heller Abschnitt bemerkbar, wie dies die Fig. 4 *D* an zwei Zellen zeigt. Derselbe ist auch später wieder aufzufinden, wenn die Spermatozoen den Körper des Wurmes verließen und in der Umgebung der Eier frei im Wasser herumschwärmten (Fig. 151 *sp*, Taf. XXXII). Möglicherweise ist es das Mittelstück, welches sich in derartiger Weise auszeichnet, denn dass sich die Substanz des Schwanzfadens bei der Konservirung derartig zusammenzöge und dem Spermatozoenkopf anlegte, ist nicht sehr wahrscheinlich.

Als Ergebnis der Untersuchungen über die Theilung der männlichen Zellen ist festzustellen, dass die Zahl der Chromosomen vier beträgt, wobei von den letzten Theilungen, deren Chromosomenzahl nicht festgestellt werden konnte, abgesehen wird.

2. Die Kerntheilungen bei der Eibildung.

Von der Eibildung hatte ich gleichzeitig und in völliger Übereinstimmung mit BRAEM festgestellt, dass jeder Eizelle eine Nährzelle beigegeben wird, die sich durch die Struktur des Protoplasmas und besonders des Kernes stark von jener unterscheidet. Ich muss auf diesen Punkt weiter unten nochmals kurz zurückkommen. Hier soll nur das Verhalten der in Theilung begriffenen weiblichen Zellen Berücksichtigung finden. Im Keimlager ließen sich zunächst die beiderlei Zellen nicht von einander unterscheiden. In Übereinstimmung mit seinen Befunden an den männlichen Zellen nimmt BRAEM auch für die weiblichen Keimzellen die Vermehrung auf amitotischem Wege an, doch geschieht sie thatsächlich durch Karyokinese. Um die Zahlenverhältnisse der Chromosomen zu erläutern, gebe ich auch hiervon einige Abbildungen, wofür sich die Tochtersterne am besten eignen.

Fig. 5 *A* und *B* zeigen zwei in Theilung befindliche Zellen aus dem Keimlager des Ovariums auf dem Stadium der Tochtersterne. Jeder von ihnen enthält vier Kernschleifen, wie dies mehr oder weniger deutlich bereits aus den Figuren, mit Sicherheit jedoch aus der genauen mikroskopischen Betrachtung zu entnehmen ist.

In Fig. 5 *C* und *D* sind die beiden Tochterplatten getrennt von einander in der Polansicht dargestellt, wie sie sich bei höherer und tieferer Einstellung erkennen ließen. Über die Vierzahl kann bei derartigen klaren Bildern kein Zweifel obwalten. Ich lege darauf besonderen Werth, weil die bei der Furchung auftretenden Chromosomenzahlen dies erfordern.

Ähnlich wie die bei Besprechung der Samenbildung erwähnte Figur mit sechs Schleifen, fand ich einige Male bei der Eibildung eine Figur, die acht ziemlich in einer Ebene gelegene Schleifen aufwies (Fig. 5 *E*). Aller Wahrscheinlichkeit nach handelte es sich hierbei um zwei gegen einander verschobene Tochtersterne, deren Schleifen mehr oder weniger zwischen einander gerathen waren. Gegenüber den Befunden von deutlichen vier Schleifen ist dieses Verhalten jedenfalls nicht anders zu erklären, doch musste ich zunächst Gewicht auf derartige Bilder legen wegen des schon mehrfach angedeuteten Verhaltens der Furchungskerne, bei denen acht Schleifen im Mutterstern auftreten können.

Wie sich aus dem Vorstehenden ergiebt, sind auch bei den weiblichen Keimzellen die Chromosomen in der Vierzahl vorhanden.

3. Die Kerntheilungen in verschiedenen Geweben des Körpers.

Karyokinetische Figuren sind auch bei jungen Thieren, die doch in lebhaftem Wachsthum begriffen sein müssen, selbst in der Wachsthumszone der hinteren Segmente nicht allzu reichlich aufzufinden, doch kann dies möglicherweise an der nicht genügenden Vorbehandlung liegen, da die daraufhin untersuchten Würmer nicht speciell zu diesem Zweck konservirt worden waren. Untersucht wurden Gewebe aus allen drei Keimblättern; sie ergaben die gleichen Verhältnisse wie bei der Ei- und Samenbildung.

Am häufigsten fand ich noch die Kerntheilungsfiguren im **Körperepithel** jugendlicher Individuen und zwar speciell am hinteren Körperende in der Wachsthumszone. Fig. 6 stammt von einem Wurm, der elf parapodientragende Segmente aufweist. Der Kern einer Epithelzelle lässt sehr klar vier Schleifen in der Polansicht der Äquatorialplatte erkennen. Der vorhergehende und nachfolgende Schnitt zeigen, dass von dem betreffenden Kern nichts abgeschnitten wurde. Das Bild war außerordentlich klar.

Der erwähnte junge Wurm wies auch in dem **mesodermalen Gewebe** des Hinterendes Kerntheilungsfiguren auf. In Fig. 7 sieht man neben ruhenden Kernen und solchen im Knäuelstadium eine Seitenansicht der Kernspindel mit den beiden Tochtersternen, die je vier Schleifen enthalten. Dieses Stadium konnte ich wiederholt und ebenfalls in sehr klarer Weise sowohl in mesodermalen wie in den Zellen des Körperepithels nachweisen.

Wie das ektodermale und mesodermale verhält sich auch das **entodermale Gewebe.** Im Epithel des Mitteldarmes findet man hier und da auch bei älteren Würmern neben amitotischen auch mitotische Kerntheilungen. Fig. 8 zeigt eine solche neben mehreren ruhenden Kernen des Darmepithels. Jeder der beiden Tochtersterne besteht aus vier hufeisenförmigen Schleifen, wie sich auch aus der einem anderen ausgewachsenen Wurm entstammenden Darmepithelzelle der Fig. 9 ergiebt.

Aus den mitgetheilten Beobachtungen darf geschlossen werden, dass auch für die verschiedenen Gewebe des Körpers die Normalzahl der Chromosomen vier beträgt.

4. Die amitotische Kerntheilung im Darmepithel von Ophryotrocha.

Weit häufiger als mitotische Theilungen trifft man im Darmepithel von *Ophryotrocha* Kernformen, die nur als Stadien einer amitotischen Theilung aufgefasst werden können. Da die Amitose auch im Darmepithel anderer Thiere gar nicht selten gefunden wird, so stehe ich nicht an, die zu beschreibenden Kernformen auf diese Weise zu erklären, obwohl damit verbundene Zelltheilungen nie mit Sicherheit festzustellen waren.

Die Kerne des Darmepithels sind von sehr verschiedener Größe, wie ein Blick auf die bei gleicher Vergrößerung gezeichneten Figuren 10—15, 17 und 18 (Taf. XXVIII) erkennen lässt, die von demselben Individuum und aus nicht sehr differenten Partien des Mitteldarmes stammen. Übrigens können Kerne von sehr verschiedenem Umfang ziemlich dicht neben einander liegen. Unter diesen Kernen trifft man solche an, die so dicht an einander gedrängt sind, dass sie sich gegenseitig abplatten (Fig. 10 *a*, *b*, *c*, Fig. 11, Fig. 15 *a*). Derartige Bilder sind sehr häufig. Es wäre gewiss möglich, dass diese Kernpaare durch Aneinanderrücken von Kernen zu Stande gekommen sind, aber zusammengehalten mit anderen, sogleich noch zu besprechenden Bildern ist es weit wahrscheinlicher, dass beide Kerne durch amitotische Theilung eines Kernes entstanden. Die Bilder sind auch denen sehr ähnlich, welche andere Autoren von Fällen geben, in denen es sich zweifellos um amitotische Kerntheilung handelt; so beschreiben Johnson von den Embryonalhüllen des *Skorpions* und Preusse aus den Ovarien der *Hemipteren* ganz ähnliche Verhältnisse. Speciell mit den letzteren Objekten, die ich aus eigener Anschauung genau kenne, ist die Übereinstimmung eine außerordentlich große.

Von den geschilderten Kernen ist es oft sehr schwer zu sagen, ob man es wirklich mit zwei Kernen oder nur mit einem durch eine mittlere Grenzlinie getrennten Kern zu thun hat (Fig. 15 *a* und *b*). Thatsächlich tritt eine solche Grenzlinie in den sich amitotisch theilenden Kernen auf. In Fig. 16 *b* ist z. B. ein solcher Kern dargestellt, bei welchem gar kein Zweifel darüber obwalten konnte, dass es wirklich nur ein einziger Kern war und der doch jenen zweigetheilten Kernen (Fig. 10, Fig. 15) bereits sehr ähnlich ist. Der mit *b* bezeichnete Kern in Fig. 15 verhält sich eben so.

Der Theilung der Kerne geht eine Verdoppelung des Kernkörpers voraus. Man findet bei den bereits getheilten und den in Theilung begriffenen Kernen zwei Kernkörper (Fig. 10, 11, 15, 16). Wo zwei Kernkörper in einem Kern vorhanden sind, liegt der Verdacht sehr nahe, dass sie sich demnächst theilen werden. In den Figuren 13—18 sind

mehrfach solche Kerne zu sehen. Es scheint fast, als wenn die beiden Kernkörper durch Theilung eines einzigen entständen. Man sieht öfters, dass der besonders umfangreich gewordene Kernkörper eine Einschnürung erhält (Fig. 13 *a*). Dieselbe wird tiefer und der Kernkörper bekommt dadurch eine Biskuitform (Fig. 12). Wenn die Verbindung reißt, liegen zwei Kernkörper eng an einander (Fig. 13 *b*, 14); diese entfernen sich jedoch bald von einander (Fig. 15 *c*, 16 *a*, 17). Dann tritt die früher erwähnte Grenzlinie auf. Sie erscheint Anfangs nur ganz schwach angedeutet, wird dann deutlicher, ist jedoch immer noch in ihrem Verlauf hier und da wenig ausgeprägt, bis man sie schließlich klar als Trennungslinie erkennt (Fig. 15 *b*, 16 *b*, 15 *a*). Indem entsprechend der Theilungslinie eine leichte Einschnürung im Umfang des Kernes auftritt (Fig. 10 *a*, *b*, *c*), ergiebt sich eine Sonderung beider Kerne, die am Ende deutlich als zwei getrennte Kerne erscheinen (Fig. 11, 18 *b*).

Zuweilen findet man, dass die Theilung sogleich mit einer Einschnürung um die ganze Peripherie des Kernes beginnt, wodurch ein biskuitförmiges Stadium zu Stande kommt, ehe noch die Grenzlinie aufgetreten ist. In anderen Fällen sieht man die Einschnürung nur auf einer Seite auftreten, von wo aus sich dann die Grenzlinie nach der Mitte und der anderen Seite des Kernes hin fortsetzt (Fig. 17 *a*). Die bei Weitem häufigere Theilungsform der Kerne ist jedoch die zuvor geschilderte.

Die amitotische Theilung führt zunächst dahin, dass zwei Kerne in einer Darmepithelzelle liegen. Da man jedoch verhältnismäßig selten Zellen mit zwei von einander unabhängigen Kernen findet, die amitotischen Theilungsformen hingegen recht häufig sind, so ist es sehr wahrscheinlich, dass der Kerntheilung auch eine Zelltheilung folgt.

Es ist immer misslich bei einer nicht karyokinetischen Theilung aus einer Reihe von Bildern, die nicht einmal die typische biskuit- oder hantelförmige Durchschnürung zeigen, die wirklich stattfindende Theilung festzustellen, wenn nicht 'das Objekt beim thatsächlichen Fortschreiten des Theilungsvorganges beobachtet werden kann. Letzteres wird übrigens nur in den seltensten Fällen möglich sein und es bleibt daher nichts Anderes übrig, als den Theilungsakt aus den beobachteten Bildern zu kombiniren. Im vorliegenden Fall lassen die letzteren kaum eine andere Deutung zu, denn die Kerne des Darmepithels liegen ziemlich weit aus einander, so dass kein Grund ersichtlich ist, aus welchem sich öfters zwei Kerne so eng zusammendrängen sollten. Auch wenn zwei solche Kerne durch karyokinetische Theilung aus einander entstanden wären, ist kein Grund für eine derartige enge Anlagerung vorhanden. Außerdem könnten dann die geschilderten Theilungsbilder

nur (in umgekehrter Reihenfolge) auf eine Kernverschmelzung zurückgeführt werden, die aber schon an und für sich viel unwahrscheinlicher ist als das Vorkommen amitotischer Theilungen. Solche sind von CARNOY, FRENZEL, FAUSSEK, ZIEGLER und VOM RATH auch im Darmepithel anderer Thiere, speciell bei *Crustaceen* und *Insekten* aufgefunden worden. Die von den betreffenden Autoren beobachteten Vorgänge sind den oben beschriebenen zum Theil sehr ähnlich. Besonders übereinstimmend verlaufen die letzteren jedoch mit den von PREUSSE eingehender untersuchten amitotischen Zelltheilungen im Ovarium der Hemipteren. In diesem Falle ist das Ergebnis der amitotischen Theilung sehr klar, weil in vielen dieser Epithelzellen zwei Kerne in der scharf umschriebenen Zelle liegen.

Bezüglich der Bedeutung der amitotischen Theilung im Darmepithel ist es als sicher anzunehmen, dass es sich nicht nur um eine Vergrößerung der Oberfläche durch Schaffung von zwei Kernen in der Zelle handelt, wie dies bei dem von PREUSSE untersuchten Objekt zum Theil der Fall ist, sondern auf die Kerntheilung folgt jedenfalls mehr oder weniger regelmäßig eine Zelltheilung. Neben den amitotischen fand ich im Darmepithel auch karyokinetische Theilungen, denen wahrscheinlich der Hauptsache nach die weitere Vermehrung der Zellen obliegt. Ich möchte mich für den hier in Rede stehenden Fall, der besonders durch H. E. ZIEGLER vertretenen Auffassung anschließen, nach welcher die amitotischen Theilungen bei mangelnder Fähigkeit der weiteren Vermehrung eine Specialisirung der betreffenden Zellen nach einer bestimmten Richtung anzeigen, während die weitergehende Zellvermehrung durch die mitotische Theilung, als den ursprünglichern Modus, vermittelt wird. Auf eine eingehendere Behandlung dieser Verhältnisse verzichte ich, da sie in letzter Zeit wiederholt diskutirt wurden und neuerdings speciell auch durch FLEMMING unter Heranziehung der gesammten Litteratur eine sehr ausführliche Behandlung erfuhren.

5. Die Kerntheilungen in den Embryonalzellen.

Die Kerntheilungen der Furchungszellen studirte ich zunächst ebenfalls nur zu dem Zweck, um die Zahl der Chromosomen festzustellen. Abgesehen davon, dass hierbei etwas abweichende Verhältnisse zu Tage treten, erhielt ich Bilder, die mir für die Kenntnis der Kerntheilung im Allgemeinen nicht ohne Interesse zu sein scheinen, wesshalb ich diese Kerntheilungsvorgänge etwas ausführlicher behandeln werde.

A. Über die Zahl der Chromosomen in den embryonalen Kernen.

Um die Chromosomenzahl der Embryonalkerne zu bestimmen, untersuchte ich außer der ersten Furchungsspindel, deren Beobachtung

sich so wie so an diejenige der Befruchtung anschloss, auch die frühen und späten Furchungsstadien, die Blastula und etwas ältere Embryonen.

Die erste Furchungsspindel enthält vier Chromosomen, die Anfangs lang schleifenförmig und später hufeisenförmig gestaltet sind (Fig. 173, 174 Taf. XXXIII). In den Tochtersternen sind ebenfalls je vier Chromosomen (von hufeisenförmiger Gestalt) enthalten (Fig. 175). Von der Entstehungsweise und Ausbildung dieser Spindel wird weiter unten noch die Rede sein.

Die Spindeln der früheren Furchungsstadien zeigen eine ganz ähnliche Gestaltung wie die erste Furchungsspindel und weisen ebenfalls vier schleifenförmige Chromosomen in der Äquatorialplatte auf. Fig. 19 (Taf. XXVIII) zeigt eine solche Spindel des Viererstadiums. In Fig. 20 ist eine Furchungsspindel desselben Stadiums dargestellt, bei welcher die Spaltung und Trennung der Schleifen der Äquatorialplatte schon vollzogen ist. Ein ähnliches Stadium zeigt Fig. 21 in der Polansicht. Die Tochtersterne sind bereits gebildet und jeder enthält vier ebenfalls noch lang schleifenförmige Chromosomen. Die Form der Schleifen ist in diesen jüngeren Stadien besonders bemerkenswerth, da sie in späteren Stadien bedeutend verkürzt erscheinen. An den Kernspindeln der folgenden Furchungsstadien sind weiter keine Besonderheiten zu bemerken, wesshalb ich zu denjenigen der Blastula bezw. eines auf die Blastula folgenden Stadiums übergehe, auf welchem die Furchungshöhle bereits verdrängt ist.

In den Kernspindeln der Blastula bezw. des genannten Folgestadiums derselben können ebenfalls vier Chromosomen vorhanden sein. Ich gehe näher auf die Schilderung dieser Bilder ein, weil sich bald herausstellen wird, dass in dem letztgenannten Stadium auch andere Verhältnisse eintreten können.

Die Figuren 22—26 stellen derartige Spindeln in etwas verschiedenen Zuständen dar. Die Spindel der Fig. 22 zeichnet sich durch besonders lange Schleifen aus. Die Theilung in die Tochterplatten ist hier erst vor Kurzem vollzogen worden, so dass die größere Länge der Schleifen damit zusammenhängen kann, denn im entgegengesetzten Fall, d.h. wenn die beiden Tochterplatten schon weit aus einander liegen, findet man die Schleifen immer sehr kurz. Übrigens differirt die Form der Schleifen in den Embryonalzellen einigermaßen, so dass bereits in der Äquatorialplatte etwas längere oder kürzere Schleifen vorhanden sein können. Nicht unmöglich wäre es allerdings, dass die verschiedene Form der Schleifen mit von der Konservirung abhinge, wahrscheinlich

ist dies jedoch nicht, da die differenten Schleifenformen direkt neben einander gefunden werden.

Recht lange Schleifen zeigt die in der Fig. 30 in der Polansicht dargestellte Spindel einer Zelle, welche aus einem jüngeren Blastulastadium stammt. Mit dem Aufsteigen in der Entwicklung verkürzen sich die Chromosomen und werden plumper. Die Schleifen der ersten Furchungsspindeln sind erheblich schlanker und länger als diejenigen späterer Entwicklungsstadien (Fig. 19—30).

In Fig. 23 sind die Schleifen ebenfalls noch ziemlich lang, obwohl die beiden Tochtersterne schon erheblich weiter von einander entfernt sind. Dagegen zeigen die Figuren 24—26 die allmähliche Verkürzung der Schleifen. Während sie in Fig. 24 von der Schleifenform der vorherbeschriebenen Spindeln (Fig. 22 und 23) noch nicht sehr verschieden sind, erscheinen sie in Fig. 25 schon mehr verkürzt. Die Schenkel beginnen mehr zu divergiren; das Hufeisen flacht sich ab (Fig. 26). Eine derartige Bildung zeigen gewöhnlich die Tochterplatten der bereits in Auflösung begriffenen Spindeln. Die Chromosomen gehen dann allmählich in das Fadenwerk des nunmehr wieder zur Ausbildung kommenden Ruhekerns über.

Um jeden Irrthum bei Feststellung der Schleifenzahl zu vermeiden, suchte ich auch die Vorstadien der Spindel auf und stellte in diesen ebenfalls die Zahl vier fest. Fig. 27 zeigt einen Kern mit vier noch sehr langen Schleifen, die sich bis zum Eintritt in die Äquatorialplatte erheblich zu verkürzen haben. Die Zelle entstammt einem jüngeren Blastulastadium. Es könnte in Bezug auf dieses Bild die Vermuthung geäußert werden, dass die vier Schleifen noch verbunden und nur beim Schneiden getrennt worden seien, doch wandte ich nach dieser Richtung alle Vorsicht an und stellte natürlich stets fest, ob der vorhergehende oder nachfolgende Schnitt noch einen Theil der betreffenden Zellen enthielt. Dies war in dem vorliegenden Fall eben so wenig der Fall wie bei den beiden gleich noch zu erwähnenden Zellen.

Fig. 28 stammt von dem oben genannten, auf die Blastula folgenden Stadium. Die Schleifen sind schon mehr verkürzt und lassen bereits die Längsspaltung erkennen. Die Kernmembran ist geschwunden.

In Fig. 29, einer Zelle des nämlichen Stadiums, erscheinen die in die Äquatorialplatte eintretenden Schleifen erheblich verkürzt. Ich erwähnte bereits früher, dass bezüglich der Chromosomenform gewisse Differenzen vorkommen, welche ich eher als auf eine verschiedenartige Konservirung auf die bereits eingetretene Differenzirung der Zellen dieses Entwicklungsstadiums zurückführen möchte. Fig. 28 und 29 stammen aus demselben Gelege, wesshalb man wohl annehmen darf,

dass ihre Konservirung eine ziemlich gleichartige sein möchte. Dass eine Differenzirung der Zellen und Kerne auf dem betreffenden Stadium eingetreten ist, erkennt man schon aus der sehr verschiedenen Größe der letzteren. Fig. 31 stellt drei Zellen des in Rede stehenden Stadiums dar; die Kerne sind nicht etwa angeschnitten, sondern ihrem vollen Umfange nach in der Zelle enthalten und man erkennt ihre sehr verschiedene Größe. Alle drei Kerne befinden sich übrigens im ziemlich gleichen Zustand des Knäuels.

Es wurde schon wiederholt darauf hingedeutet, dass außer den besprochenen auch noch andere Zahlenverhältnisse der Chromosomen in den Embryonalzellen vorkommen. Bisher war nur von der Vierzahl die Rede, aber in den Zellen der Blastula und späterer Stadien treten außer Kernen mit ein auch solche mit acht Chromosomen auf. Als ich diese zuerst auffand, kannte ich bereits das ständige Auftreten der Chromosomenzahl vier in den Geweben. Die Vorgänge der Eireifung und die Bildung der ersten Furchungsspindel wiesen ebenfalls auf diese Normalzahl hin. Ich glaubte also zunächst irgendwie einem Irrthum unterworfen zu sein, doch ergaben die weiteren Untersuchungen, dass weder an der »Normalzahl« noch an dem Auftreten der acht Chromosomen in den Embryonalzellen zu zweifeln ist. Die folgende Darstellung wird dies ohne Weiteres lehren.

In denselben Gelegen, welche die Spindeln mit der Vierzahl der Chromosomen enthalten, finden sich andere Spindeln, die schon bei Betrachtung mit schwächeren Vergrößerungen einen von jenen Spindeln etwas abweichenden Charakter erkennen lassen. Dieser wird durch das Verhalten des Chromatins bedingt. Die Schleifen sind etwas kleiner und dafür in größerer Zahl vorhanden (Fig. 32 und 33). Die Zählung ist nicht ganz leicht auszuführen, weil die Schleifen so klein sind und dicht an und über einander liegen, doch ließ sich in verschiedenen Fällen mit Sicherheit die Zahl acht feststellen. In anderen Fällen, in welchen mehr als vier Chromosomen vorhanden waren, konnte ich nur sieben oder sechs Schleifen zählen, doch lag dann immer die Vermuthung nahe, dass eine oder mehrere Schleifen unter den anderen verborgen oder mit dem Schnitt abgetrennt worden waren. Fig. 32 zeigt eine dieser Spindeln, welche in der unteren Platte acht, in der oberen jedoch nur sieben Schleifen aufweist. In Fig. 33 sind links sieben, rechts nur sechs Schleifen zu sehen, doch wurden die betreffenden Spindeln abgebildet, weil sie im Übrigen die Schleifen gerade sehr klar erkennen ließen und weil im Falle Fig. 33 neben der Zelle mit der Spindel eine andere mit sehr deutlichen acht Chromosomen im Kern gelegen ist.

Die Kerne mit den in Ausbildung begriffenen Chromosomen eignen

sich zur Zählung der letzteren weit besser. Auffallenderweise haben die Chromosomen in einem der Spindel nicht viel vorausgehenden Stadium die Gestalt fast gestreckter oder nur leicht gebogener Stäbchen (Fig. 33—35). Im Vergleich zu den Schleifen der Spindel sind diese Stäbchen auffallend groß und kompakt; ehe sie in die ersteren übergehen muss also eine beträchtliche Kondensirung des Chromatins stattfinden. Die Zahl der Stäbchen ist acht, wie sich mit großer Leichtigkeit feststellen lässt. Sie sind längsgespalten (Fig. 33). An ihrem einen Ende zeigen sie eine Verdickung, von welcher ich zunächst glaubte, dass in ihr der Querschnitt eines an dieser Stelle durchschnittenen Fadenstückes zum Ausdruck käme. Das ist jedoch nicht der Fall, wie an vielen Kernen, die überhaupt nicht angeschnitten waren, festgestellt werden konnte. In Fig. 33 sieht man alle acht Stäbchen der Länge nach, welche Lage nur in den selteneren Fällen eintritt. Gewöhnlich erkennt man nur einige Stäbchen in ihrer ganzen Länge, während man anderen auf das schmälere Ende oder auf den Kopf sieht (Fig. 34 und 35). Die Größe der Stäbchen differirt ziemlich bedeutend, was sich daraus erklärt, dass die Kerne sehr verschieden an Größe sind, wie schon früher erwähnt wurde (Fig. 31).

Gebogene Stäbchen, die man oft in den Kernen in derselben Anzahl findet, möchte ich nicht als Übergänge zu der hufeisenförmigen Gestalt der Schleifen, sondern vielmehr als einen Rest der früheren Windung des Fadens auffassen. Dafür sprechen verschiedene Bilder, die man erhält. In Fig. 33—35, besonders in der ersteren, sind einige Stäbchen leicht gebogen. In Fig. 36 ist dies noch mehr und in Fig. 37 sogar in weit höherem Maße der Fall. Es sind hier außer fast gestreckten und wenig gebogenen auch stark gebogene, schleifenförmige Chromosomen vorhanden, die länger sind als jene. Während an den kürzeren stäbchenförmigen Chromosomen die Spaltung immer deutlich zu erkennen ist, lässt sie sich an den gebogenen vielfach noch nicht wahrnehmen (Fig. 36 und 37). Dieselben erscheinen vielmehr noch als Theilstücke eines Fadens, die von der definitiven Ausbildung der Chromosomen noch weiter entfernt sind. Dass es sich bei den gebogenen Chromosomen, welche im Kern liegen, nicht um Folgestadien der stäbchenförmigen Chromosomen, sondern um vorhergehende Stadien handelt, ergiebt sich aus ihrer Übereinstimmung mit früher im Kern sich findenden Schleifen, welche direkt auf die Theilstücke des Kernfadens zurückgeführt werden können. Solche kürzere Schleifen sind in Fig. 38 vorhanden. Auch in diesen Stadien glaubte ich die Zahl acht bereits feststellen zu können, doch ist dies hier schon etwas schwieriger. Dagegen ergiebt sich die Übereinstimmung dieser Schleifen mit den in

weiter ausgebildeten Kernen (Fig. 37) ohne Weiteres. Man erkennt übrigens aus diesen Bildern (Fig. 36 und 37), dass die Ausbildung der einzelnen Chromosomen verschieden weit fortgeschritten ist. Einige von ihnen sind bereits stäbchenförmig, bei anderen ist dies noch nicht der Fall und diese wieder können schon die Längsspaltung zeigen oder entbehren ihrer noch.

Von den zuletzt besprochenen schleifenförmigen Chromosomen wird man hinübergeführt zu demjenigen Stadium, in welchem die Schleifen noch bedeutend länger sind und wohl erst vor Kurzem durch Quertheilung eines Fadens entstanden. Auch noch in diesem Stadium glaube ich acht Schleifen zählen zu können, doch ist die Sicherheit eine weniger große, als in dem zuvor beschriebenen Stadium. Die Schleifen verwirren sich mit einander, so dass es schwer ist das Ende der einen und den Anfang der anderen Schleife festzustellen. In dem Fig. 39 abgebildeten Kern konnte ich jedenfalls acht Schleifen erkennen. Dieselben waren jedoch nicht bei ein- und derselben Einstellung des Tubus zu sehen, sondern wurden nach verschiedenen Einstellungen in das Bild eingezeichnet, wobei Irrthümer immerhin möglich sind. Der betreffende Kern war nicht angeschnitten. Weder auf dem vorhergehenden, noch folgenden Schnitt war etwas von ihm vorhanden und sowohl bei hoher wie tiefer Einstellung des Tubus ließ sich über bezw. unter dem Kern noch das netzförmig strukturirte Protoplasma konstatiren. Nach alledem schien es mir, als wenn bereits acht lang schleifenförmige Chromosomen vorhanden wären. Jedenfalls muss ein ganz ähnliches Stadium vom Kern durchlaufen werden.

Die Frage ob die vier bezw. acht Schleifen durch Quertheilung eines einzigen Fadens ihren Ursprung nehmen oder von vorn herein getrennt vorhanden sind, habe ich nicht eingehender verfolgt. Es schien mir, als ob diese Frage an dem vorliegenden Objekt kaum recht zu lösen sein würde. Doch möchte ich einer Beobachtung Erwähnung thun, welche für die erstere Auffassung spricht. Ich sah wiederholt in einem Stadium, in welchem man ungefähr die Quertheilung erwarten würde, dass zwei Schleifen wie scharf abgeschnitten, nur durch eine schmale Lücke getrennt, mit ihren Enden sehr nahe an einander lagen, wodurch der Eindruck hervorgerufen wurde, als könnten sie sich eben vor Kurzem von einander losgelöst haben. Fig. 40 lässt dieses Verhalten zweimal in ein- und demselben Kern erkennen. Es ist dies nur ein abgeschnittener Theil des Kernes. Die Hauptmasse der Schleifen liegt im folgenden Schnitt. Die untere Chromatinpartie zeigt die beiden Fadenstücke schon völlig getrennt; beide Enden sind sehr scharf begrenzt, während in der oberen Chromatinpartie die Lücke keine so scharfe ist und beide

Fadenstücke vielleicht eben erst im Begriff sind, die Trennung zu vollziehen. Mit Bestimmtheit möchte ich diese Auffassung nicht vertreten, aber immerhin sprechen die Bilder für dieselbe.

Eigenthümlich ist bei dem geschilderten Übergang des ruhenden Kernes zur Spindel die Umwandlung der zunächst schleifenförmigen Chromosomen in die Stäbchenform und deren nachherige Biegung zu wiederum schleifen- bezw. hufeisenförmigen Chromosomen. An Kunstprodukte, die durch mangelhafte Konservirung hervorgebracht wurden, ist hierbei kaum zu denken, da schleifen- und stäbchenförmige Chromosomen in ein- und demselben Ei gefunden werden. Man muss also auch diese Umwandlungen als bedingt durch den Theilungsmechanismus dieser Kerne ansehen. Wenn auch nicht in so direktem Übergang, so sieht man doch auch bei anderen Objekten in der direkten Folge der Theilungen schleifenförmige auf stäbchenförmige Chromosomen folgen oder umgekehrt. Ich werde weiter unten bei Gelegenheit der Behandlung der Reifungsvorgänge ausführlicher auf diesen Gegenstand einzugehen haben.

Die beschriebene Differenz in der Chromosomenzahl der Furchungskerne fordert eine Erklärung dieses abweichenden Verhaltens heraus, da man sonst mit Ausnahme der reifenden Geschlechtszellen die gleiche Chromosomenzahl in den Kernen der verschiedenen Gewebe einer und derselben Thierart findet. Wohl kann auch eine Zahlendifferenz durch Reduktion der Normalzahl verschiedentlich gegeben sein und zwar scheint es sich dabei zumeist um eine Reduktion auf die Hälfte oder eine gewisse Theilzahl der Chromosomen zu handeln, die jedoch dadurch zu erklären ist, dass die vorhandenen Chromatinpartien mehrwerthig sind und die fehlenden Chromosomen in sich enthalten, wie dies in neuerer Zeit besonders O. vom Rath und Häcker eingehender dargestellt haben.

Im vorliegenden Falle handelt es sich um ein Thier, dessen »Normalzahl« der Chromosomen vier beträgt. Darüber können die vorher mitgetheilten Untersuchungen an verschiedenen Geweben des Körpers, sowie auch an den Geschlechts- und Furchungszellen keinen Zweifel aufkommen lassen. In den Embryonalzellen tritt nun eben so zweifellos die Zahl acht auf. Man möchte dabei zunächst daran denken, dass die Mitosen nicht normal verlaufen. Für diese Annahme finde ich jedoch in der Beschaffenheit der betreffenden karyokinetischen Figuren gar keinen Grund; sie erscheinen durchaus eben so normal wie die Spindeln mit vier Schleifen und an den Zellen sowohl, wie an den ganzen Embryonalstadien, welche diese Spindeln mit acht Schleifen enthalten, ist nichts Abnormes zu bemerken.

Bei der Vermehrung der Chromosomenzahl könnte man weiterhin an einen Zerfall der vorhandenen Chromatinelemente in eine größere Anzahl denken, etwa so, wie sie von WASIELEWSKI für *Ascaris megalocephala* beschrieben wurde. Die Zerfallsprodukte würden im vorliegenden allerdings eine weit regelmäßigere Gestalt als in jenem Falle haben, in welchem sie sich als Chromatinelemente von kubischer Gestalt zeigen. Hier sind sie schleifenförmig, also von derselben Gestalt wie die ursprünglichen vier Schleifen; sie nehmen allerdings diese Schleifenform erst sekundär an. Der Vorgang verläuft bei *Ophryotrocha* jedenfalls in weit regelmäßigerer Weise und erweist sich mehr gefestigt. Auf einem frühen Stadium erscheinen ganz wie bei einer völlig normalen Kerntheilung acht längsgespaltene Chromatinelemente, welche sich später zur Bildung der Äquatorialplatte vereinigen, um durch ihre Theilung die aus je acht Schleifen bestehenden Tochterplatten zu liefern.

In Folge des Vorhandenseins der acht gespaltenen Chromosomen in den Vorstadien der Spindelbildung muss man die sonst nahe liegende Vermuthung verwerfen, dass die acht Schleifen bereits einen Übergang zur nächstfolgenden Theilung darstellten und durch einfache Längsspaltung aus den vier Schleifen hervorgegangen seien. Es spricht vielmehr Alles dafür, dass die acht Chromosomen der Embryonalkerne durch Quertheilung des Kernfadens ihren Ursprung nehmen.

Gerade das Auftreten von acht Chromosomen bereits in den Vorstadien der Reifung scheint mir für das Normale des Vorgangs zu sprechen. Die abweichende Form derselben deutet möglicherweise darauf hin, dass diesen Zellen mit acht Chromatinelementen eine andere Bedeutung als denen mit nur vier zukommt. Es frägt sich nunmehr, wie jene Zellen sich zu diesen verhalten.

Mein Bestreben ging zunächst dahin, festzustellen, ob die Zellen mit vier und acht Chromosomen sich in ein und demselben Embryo finden. Obwohl ich den Eindruck gewann, dass dies der Fall sei, konnte ich mich doch nicht mit Sicherheit davon überzeugen. Die Kerntheilungsfiguren waren in den betreffenden Stadien nicht allzu reichlich vertreten; außerdem gestattet ihre Lage und Ausbildung vielfach nicht die sichere Feststellung der Chromosomenzahl; jedenfalls vermochte ich niemals zweifellos das Vorkommen von Spindeln mit vier und acht Chromomosen neben einander in einem Embryo zu konstatiren. Die Frage, ob die achtzähligen Spindeln bestimmten Zellen, bezw. bestimmten Organen zukommen oder ob sie sich nur bei einzelnen Individuen finden, während andere vierzählige Spindeln besitzen, ließ sich somit nicht entscheiden, doch ist das Letztere sehr unwahrscheinlich. Mit Ausnahme der Embryonalzellen fand ich die Vierzahl so konstant,

dass sie als Normalzahl angesehen werden darf. Jedenfalls kann darüber kein Zweifel sein, dass die beiderlei Spindeln von ein und demselben Mutterthier herstammen, denn sie finden sich dicht neben einander in Eiern desselben Geleges. Ich erwähnte schon früher, dass die Eier bei der Ablage von einer gemeinsamen Hülle umgeben werden und niemals habe ich bemerkt, dass zwei Weibchen dicht an einander die Eier ablegten, so dass die Eier beider Thiere von einer gemeinsamen Hülle umgeben wurden. Die Mutter sitzt bei und nach der Ablage fest auf ihren Eiern, über welche sie sofort das die Hülle bildende Drüsensekret entlässt. Das Vorkommen von Eiern verschiedener Mutterthiere in ein und demselben Gelege ist nach dem ganzen Modus der Eiablage sehr unwahrscheinlich. Selbst für ein späteres Ablegen der Eier auf ein schon vorhandenes Gelege gilt dies, weil das Weibchen lange Zeit auf den Eiern verbleibt, um sie zu schützen. Auch würden später hinzugelegte Eier durch die trennende Hülle sowohl, wie auch dadurch, dass sie sich auf einem späteren Stadium befinden, leicht von den früher abgelegten Eiern zu unterscheiden sein. Ich erwähne dies Alles, um entsprechenden Einwürfen von vorn herein zu begegnen. Die vier- und achtzähligen Spindeln müssen somit von Eizellen herstammen, welche eine der beiden Chromosomenzahlen besaßen, wobei ich von dem unwahrscheinlichen und nie beobachteten Fall absehe, dass ein Mutterthier Eier mit verschiedener Chromosomenzahl hervorbringt. Da ich Eier mit acht Chromosomen niemals aufgefunden habe und da auch in den darauf hin untersuchten sonstigen Zellen stets vier Chromosomen vorhanden waren, so nehme ich an, dass die Kerne mit acht Chromosomen auf solche mit vier Chromosomen zurückzuführen sind. Wo und in welcher Weise der Übergang stattfindet, vermag ich nicht zu sagen, doch muss er ungefähr im Stadium der Blastula erfolgen, da ich in den eigentlichen Furchungszellen immer nur vier Schleifen fand. Man muss wohl annehmen, dass bei der Vorbereitung zur Kerntheilung eine Zerlegung des Kernfadens anstatt in vier in acht Stücke erfolgt und dass dadurch die Zahl der Chromosomen sich verdoppelt. Ob diesem Verhalten eine bestimmte Bedeutung zukommt, ob es in der weiteren Entwicklung erhalten bleibt oder aber doch nur ein vorübergehendes ist, so dass die Achtzahl der Chromosomen später wieder schwindet, darüber vermag ich leider keine Auskunft zu geben. Jedenfalls fand ich weder in den Eiern, die als Hauptgegenstand der vorliegenden Arbeit eine besonders genaue Untersuchung erfuhren, noch in den Samenzellen oder in den Zellen des sonstigen Körpers acht Chromosomen auf. Allerdings möchte ich dem hinzufügen, dass bei einer speciell auf diesen Punkt gerichteten Unter-

suchung noch eine weit größere Anzahl von Würmern in allen ihren Organen auf das Vorkommen der achtzähligen Spindeln hätten durchsucht werden müssen. Wie man sich aus dem Vorhergehenden erinnern wird, nahm ich diese Untersuchung nur zur Feststellung der Normalzahl der Chromosomen vor; sie wurde übrigens noch fortgesetzt, als ich das Auftreten von acht Chromosomen in den embryonalen Kernen bereits kannte und ergab, wie schon erwähnt, nur die Zahl vier. Übrigens war auch die Anzahl der Gelege mit Embryonen im Stadium der Blastula, welche auf das Vorkommen der acht- und vierzähligen Spindeln untersucht werden konnten, eine nur geringe, da ich ein möglichst vollständiges Material für die Eireifung und Befruchtung zusammenzubringen trachtete. Die Untersuchung auch nach der hier angedeuteten Richtung weiter zu führen, was jedenfalls interessante Ergebnisse versprochen hätte, fehlte mir leider die genügende Menge lebender Würmer. Ich betrachte meine Untersuchungen nach dieser Richtung nicht als abgeschlossen und werde sie wieder aufnehmen, sobald ich mir wieder eine Zucht von *Ophryotrocha* beschaffen kann, um womöglich die Bedeutung der beschriebenen Spindeln mit acht Chromosomen genau festzustellen. Selbst wenn die Vermehrung der Chromosomenzahl nur auf gewisse Unregelmäßigkeiten bei der Theilung der Embryonalkerne zurückzuführen wäre, so wie sie Häcker und vom Rath für die Kerne verschiedener embryonaler Gewebe, wenn auch in anderem Sinne feststellten, so würde sie doch von Interesse sein. Vorläufig theile ich einfach die Thatsache des Auftretens von Mitosen mit differenter Chromosomenzahl, wobei es sich nicht um eine Reduktion, sondern eine Verdoppelung der Normalzahl handelt, mit, ohne weitere Erörterung über die Bedeutung dieser Erscheinung daran zu knüpfen.

B. Über das Verhalten des Kernkörpers in den Vorstadien der Theilung embryonaler Kerne.

Sperma- und Eikern besitzen zu der Zeit, in der sie sich einander nähern, einen sehr großen und auffallend gebauten Kernkörper (Fig. 157—159, Taf. XXXII). Ein eben solcher Kernkörper von gleicher Struktur und außerordentlicher Größe ist auch in den Kernen der Furchungszellen vorhanden (Fig. 49—52, Taf. XXIX). Da ich das Schicksal des ersteren feststellen wollte, so lag es nahe, auch das Verhalten des letzteren bei der Umwandlung der Furchungskerne in die Spindel zu studiren. Beiderlei Kernkörper verhalten sich dabei sehr ähnlich. Hier soll zunächst nur die Umbildung des letzteren verfolgt werden.

Wenn die Tochterplatten der embryonalen Kernspindeln weit aus einander gerückt sind, so verliert sich allmählich die Hufeisenform der Chromosomen durch Strecken der beiden Schenkel (Fig. 25 und 26, Taf. XXVIII). So platten sich die Schleifen bald ab. Man sieht sie zunächst noch angedeutet, wenn der Dyaster in das Stadium des Dispirems überzugehen beginnt. Es bildet sich zunächst ein dichter Knäuel (Fig. 41). Die noch vorhandenen Polstrahlungen zeigen an, dass dieses Stadium von demjenigen der Tochterplatten wenig entfernt ist. In dem linken Knäuel der Fig. 41 glaubt man die Schleifen noch zu sehen, während sie auf der rechten Seite bereits im Knäuel untergegangen sind. Im Stadium der Fig. 42 hat sich der Knäuel aufgelockert. Man sieht Fäden schlingenartig durch einander ziehen. Die Verbindungsfasern sind zwischen den beiden Tochterknäueln noch schwach angedeutet. Die Knäuel sind von einem hellen Hof umgeben. Von den Strahlungen selbst konnte ich in diesem Falle nichts bemerken. Die Kerne sind noch ohne Umgrenzung, die jedoch in einem etwas späteren Stadium hervortritt.

Fig. 43 zeigt die beiden Tochterkerne in einem weiteren Stadium der Theilung. Die Verbindungsfasern sind auch hier noch zu erkennen, obwohl die Zelle schon stark eingeschnürt ist. An dem links gelegenen Kern ist die Polstrahlung noch vorhanden. Die Kerne selbst erscheinen bereits scharf begrenzt. Die Vertheilung ihres Chromatins ist zwar noch mehr diejenige eines Knäuels, beginnt sich aber doch schon hier und da weiter zu lockern, um in die spätere netzförmige Anordnung überzugehen. Während in diesem Fall der rechts gelegene Kern dem Knäuelstadium noch näher steht, ist beim linken der Übergang zum ruhenden Kern schon weiter gediehen. Man bemerkt übrigens vielfach, dass die Umwandlung beider Kerne nicht völlig gleichen Schritt hält.

Fig. 44 schließt sich unmittelbar an die vorhergehende Figur an. Die Auflockerung der Knäuelfäden hat weitere Fortschritte gemacht, doch lassen sie sich immerhin noch an einzelnen Stellen erkennen, während an anderen Punkten das Gerüstwerk deutlicher geworden ist. Diese beiden Kerne liegen bereits in zwei getrennten Zellen, deren Zusammengehörigkeit jedoch leicht zu erkennen ist. Man kann die beiden schon als ruhende Kerne bezeichnen eben sowohl wie denjenigen der Fig. 45. Dieser letztere zeigt übrigens in seinem Gerüstwerk immer noch größere Ansammlungen von jetzt körnig gewordenen Chromatinmassen, die erst auf seine kürzlich erfolgte Entstehung hinweisen.

Ein Kernkörper war bisher noch nicht vorhanden, doch kommt er nunmehr zur Ausbildung. Zwischen dem Gerüstwerk bemerkt man eine Anhäufung von Chromatin, die sich zu einer Kugel abrundet. In

ihr taucht bald eine polygonale Felderung als Ausdruck einer schon ganz früh beginnenden wabigen Struktur des Kernkörpers auf. Man hat jetzt einen Kern von runder oder ovaler Form mit einem nicht sehr umfangreichen Kernkörper vor sich, dessen Gerüstwerk aus feineren und gröberen Fäden besteht (Fig. 46). Diese Fäden setzen sich aus feinen Körnchen zusammen. Sie durchziehen den Kern in verschiedener Richtung, hauptsächlich jedoch verlaufen sie von dem ungefähr central gelegenen Kernkörper nach dem Kernrand, woselbst sie sich vielfach verbreitern, so dass die Peripherie des Kernes dadurch besonders chromatinreich erscheint.

Der Kernkörper vergrößert sich sehr rasch, denn zumal bei den Furchungszellen ist zwischen den Theilungen keine lange Pause und doch erscheint er auch bei ihnen in einer ansehnlichen Größe. Sein Wachsthum nimmt noch zu, wenn sich der Kern schon wieder zur Theilung vorbereitet. Die Chromatinzüge verstärken sich wieder, wobei sie aber immer noch die Zusammensetzung aus Körnchen deutlich erkennen lassen. Diese erscheinen nur jetzt weit gröber. In Fig. 47 ist zwar noch das Gerüstwerk vorhanden, aber man bemerkt bereits den Übergang zur Bildung des Kernfadens. Der Kernkörper ist umfangreicher geworden und zeigt sehr deutlich das Maschenwerk. Letzteres ist eben so in dem Kern der Fig. 48 der Fall. Der Kernfaden tritt hier schon weit klarer hervor, weist aber noch immer die Zusammensetzung aus Körnchen auf.

Die Figuren 41—46 stammen von einem etwas späteren, auf die Blastula folgenden, Fig. 47 und 48 von einem jüngeren Blastulastadium, während die Figuren 49—61 sich auf Eier beziehen, welche im Übergang von dem Vierer- zum Achterstadium begriffen waren. Die genannten Figuren sind bei derselben Vergrößerung entworfen, so dass der in den einzelnen Kernzuständen recht verschiedene Umfang des Kernkörpers aus ihnen deutlich hervorgeht.

Die Beschaffenheit des Kernkörpers in Fig. 49 schließt sich am nächsten an den Kern der Fig. 48 an. Seine Form ist noch kugelig, während sie in späteren Stadien oval erscheint. Man unterscheidet schon in diesem wie in späteren Zuständen ein dichteres, sich stark färbendes Maschenwerk von dem hellen Inhalt dieser Maschen. Der Kernfaden ist weiter ausgebildet und zeigt eine glattere Berandung als früher (Fig. 48), lässt jedoch noch immer hier und da deutlich die Zusammensetzung aus Körnern erkennen. Die Form des Kernes pflegt selten kugelrund, sondern zumeist oval zu sein, wie man aus den Figuren 49—61 entnimmt.

Fig. 50 *A* zeigt den Kernkörper in seiner definitiven Gestalt. Er

erscheint jetzt sehr regelmäßig gebildet, die Maschen scharf begrenzt. In diesem Stadium färbt er sich ganz besonders stark, was nicht nur von den dunklen Strängen in seinem Inneren herkommt, denn auch der Inhalt der Maschen nimmt jetzt eine dunklere Färbung an. Der Kernfaden besitzt nunmehr eine glatte Oberfläche und ist somit in seiner Ausbildung weiter fortgeschritten.

Mit dem zuletzt geschilderten Zustand des Kernkörpers war der Höhepunkt in seiner Ausbildung erreicht. Von jetzt ab beginnt sein allmählicher Verfall, wobei er übrigens zunächst an Umfang nicht ab-, sondern zunimmt.

Die Färbbarkeit des Kernkörpers vermindert sich, was zum größeren Theil wohl auf das Dünnerwerden der Maschen zurückzuführen ist. Fig. 51 stellt einen solchen Kernkörper dar, bei dem die Maschen größer und ihre Wände dünner erscheinen, wobei die Färbbarkeit wesentlich abgenommen hat.

Während die Struktur trotz der verschiedenen Größe der Maschen bisher recht regelmäßig erschien, verliert sich die Regelmäßigkeit später in Folge der verschiedenen Färbbarkeit der Maschen oder des Schwindens einzelner Maschenwände. In Fig. 52 ist der Kernkörper noch ziemlich regelmäßig strukturirt, doch ist die Zahl der Maschen auffallend gering. Es scheint, als ob einige von ihnen durch Auflösung der Wände in einander geflossen seien, wenigstens weist ein Vergleich mit den sogleich zu erwähnenden Bildern darauf hin. Die centralen Maschen sind dunkler, die peripheren heller gefärbt, wodurch das Aussehen des ganzen Kernkörpers ebenfalls unregelmäßiger wird. Dieser Eindruck verstärkt sich noch durch das Auftreten von Körnchen an den Stellen, wo allem Anschein nach eine Scheidewand geschwunden oder zu schwinden im Begriff ist (Fig. 52).

Die in Fig. 52 begonnene Rückbildung der regelmäßigen Struktur des Kernkörpers erscheint in Fig. 53 weiter fortgesetzt. Hier ist nur inmitten des Kernkörpers sein Maschenwerk noch in einigermaßen regelmäßiger Form erhalten. An der Peripherie sieht man es zwar allenthalben noch angedeutet, aber es ist schon stark im Schwinden begriffen und die Zahl der Maschen ist bereits bedeutend vermindert. Einzelne Körnchen und Anhäufungen von solchen treten an den Scheidewänden und in den Zwischenräumen auf. Das Kernplasma erscheint stärker gefärbt. Ein wohlausgebildeter Kernfaden ist in ihm enthalten ganz eben so wie in dem vorher besprochenen Kern.

Fig. 54 zeigt ein noch weiter zurückgebildetes Maschenwerk des Kernkörpers. Dasselbe ist nur noch in der Mitte einigermaßen deutlich erhalten, gegen die Peripherie jedoch undeutlich und an einigen Stellen

ganz geschwunden. Einzelne oder reihenweise an einander gelagerte Körnchen sind dafür auch hier vorhanden. Die Färbbarkeit hat wie in den vorher erwähnten Fällen sehr stark abgenommen und dies tritt um so mehr hervor, als mit der Abnahme der Färbbarkeit des Nucleolus diejenige des Kernplasmas steigt. In dem letzteren ist der Kernfaden nicht mehr zu erkennen. Der Kern gewinnt durch dieses Verhalten ein völlig anderes Aussehen. Während vorher das Kernplasma hell und der Nucleolus dunkel gefärbt erschien (Fig. 49 und 50 *A*), hebt sich jetzt umgekehrt der helle Kernkörper von dem dunklen Kernplasma ab. Das gleiche Verhalten zeigen die folgenden Kerne.

Die Auflösung des Kernkörpers vollzieht sich nicht in völlig übereinstimmender Weise. Zuweilen sieht man das Maschenwerk in einem großen Theil des Nucleolus noch angedeutet, aber seine Wände erscheinen nicht mehr homogen wie früher, sondern sind alle aus reihenweise angeordneten Körnchen gebildet (Fig. 55). An manchen Stellen sind die Scheidewände ganz geschwunden. In Fig. 55 zeigen die Scheidewände noch etwa die Anordnung wie im ursprünglichen Nucleolus, in anderen Fällen erinnern sie wohl noch daran, doch sind die Körnchenzüge schon recht unregelmäßig angeordnet (Fig. 56). Die Färbung des Nucleolus ist hell, diejenige des Kernplasmas dunkel, so wie dies früher angegeben wurde. Wenn man den wahren Sachverhalt nicht kennte, so würde man einen derartig strukturirten Kernkörper eher für den Kern selbst halten, der von einer Zone dunkel gefärbten Protoplasmas umgeben ist. In allen den besprochenen Fällen ist der Nucleolus scharf umgrenzt und streng von dem Kernplasma geschieden.

Bisher zeigte die allerdings vielfach veränderte Struktur des Kernkörpers immerhin noch Anknüpfung an dessen ursprünglichen maschigen Bau, indem auch die Körnchen großentheils dem entsprechend angeordnet waren. Weiterhin verlieren sie jedoch diese Anordnung und liegen jetzt regellos im Kernkörper vertheilt (Fig. 50 *A*, Fig. 57). Diese Vertheilung ist eine sehr verschiedene. Sie können sich ziemlich gleichmäßig im ganzen Kernkörper oder gruppenweise angeordnet finden, wobei dann einzelne Partien des Nucleolus gänzlich leer bleiben. Dieser erscheint jetzt durch seine helle Färbung gegenüber dem dunklen Protoplasma fast wie eine Vacuole, in der einzelne Körner enthalten sind. Vom Kernfaden ist in dem zuletzt besprochenen Zustand des Kernes gar nichts mehr zu bemerken (Fig. 50 *A*, 54—56). Der Umfang des Kernkörpers wird in dem körnigen Zustand ganz besonders groß (Fig. 55—58, 50 *A*) und vielfach nimmt er den bei Weitem größeren Theil des Kernes ein, dessen Plasma bei manchen Kernen nur noch wie ein ziemlich schmaler Saum in der Umgebung des Nucleolus erscheint.

Die Vertheilung der Kerne mit den geschilderten Strukturen auf die Embryonalzellen ist so, dass z. B. in dem Viererstadium der Furchung alle Kerne einen wohlausgebildeten Kernkörper mit Wabenstruktur und gleichzeitig bei schwach gefärbtem Protoplasma den Kernfaden aufweisen können, während in anderen Fällen neben derartigen Kernen solche vorhanden sind, deren Protoplasma dunkel gefärbt, deren Kernfaden nicht zu erkennen und deren Kernkörper in Auflösung begriffen ist. Fig. 50 *AB* z. B. zeigt das letztere Verhalten. Zwei Furchungszellen des Viererstadiums lassen neben einander einen Kern mit wabig gebautem Kernkörper und Kernfaden und einen solchen mit hellem, körnigem Kernkörper und dunklem Protoplasma erkennen. Fig. 50 *A* und *B* stellen die beiden Kerne bei stärkerer Vergrößerung dar.

Um nicht die Vermuthung aufkommen zu lassen, dass die so differente Beschaffenheit des Kernkörpers zum Theil nur eine Folge der verschiedenartigen Einwirkung der Konservirungsmittel sei, sind die Figuren 49—61 von ein- und demselben Gelege genommen, welches im Ganzen konservirt und weiter behandelt wurde. Man hat es offenbar mit verschiedenen Zuständen des Kernkörpers zu thun, welche zum großen Theil mit der Vorbereitung des Kernes zur Theilung zusammenhängen. Ich erwähnte bereits, dass die gleiche Umbildung des Kernkörpers beim Übergang des männlichen und weiblichen Kernes in die Furchungsspindel stattfindet. In diesem Falle ist die Reihenfolge der Vorgänge ohne Weiteres gegeben. Man sieht dort bei dem aus dem Kopf des Samenfadens sich herausbildenden Spermakern im Gerüstwerk den Nucleolus auftauchen. Derselbe erhält bald denselben maschigen Bau, welchen er bei den Embryonalzellen zeigt. Auch der Eikern besitzt ihn im gleichen Maße (Fig. 155—159, Taf. XXXII). Der maschige Bau verliert sich, wenn sich beide Kerne einander nähern und unterliegt dann einer körnigen Auflösung (Fig. 160—166 Taf. XXXII und XXXIII). Die Reihenfolge der Vorgänge ist also dieselbe wie bei den Kernen der Embryonalzellen. Hier liegt sie freilich nicht so ohne Weiteres auf der Hand. Das Vorhandensein des Kernfadens in früheren Stadien (Fig. 49—53), dessen Schwinden bei Auflösung des Kernkörpers (Fig. 54 bis 56, 50 *A*), sowie sein sogleich zu erwähnendes Wiederauftauchen in späteren Stadien (Fig. 57—61), kann in dieser Beziehung leicht irre machen. Aus diesem Grunde verfolgte ich den Aufbau des Kernes aus dem Tochterstern nach der Theilung und seine Ausbildung bis zu dem vollständig fertigen mit dem wabigen Nucleolus versehenen Kern (Fig. 41—48).

Obwohl der Kernfaden in den genannten Stufen der Kernentwicklung mit so wechselnder Deutlichkeit ausgeprägt ist, lässt sich nicht

daran zweifeln, dass die gegebene Reihenfolge die richtige ist. Dies muss besonders hervorgehoben werden, da die Kerne mit dunklem Kernplasma zunächst den Eindruck hervorrufen, als ob man es in ihnen mit Kernen zu thun habe, welche die Theilung erst kürzlich vollzogen und deren Nucleolus in der Neubildung begriffen ist. Die Reihenfolge der auf die Umwandlung des Kernkörpers bezüglichen Bilder würde dann gerade eine umgekehrte als die hier gegebene sein. Ich war zunächst zweifelhaft, ob sich dies nicht thatsächlich so verhielte, kam aber durch die genauere Untersuchung bald zu der Überzeugung, dass der Vorgang so wie oben dargestellt verläuft. Dafür spricht nicht nur die Art und Weise des Auftretens des Kernkörpers beim Wiederaufbau des getheilten Kernes, sondern auch schließlich das Verhalten des Kernfadens selbst, welcher neben dem körnigen Nucleolus nicht als Gerüstwerk, sondern eben sofort als Kernfaden auftaucht (Fig. 57—59) und am Ende das schon vorerwähnte völlig entsprechende Verhalten der durchaus gleichartig gebauten Nucleolen des Ei- und Spermakerns.

Die vorstehende Auseinandersetzung schien mir nöthig zu sein, weil die noch zu besprechenden Vorgänge etwas eigenartiger Natur sind. Es wurde bereits angegeben, dass mit der Auflösung der Maschenstruktur des Kernkörpers und der zugleich abnehmenden Färbbarkeit desselben, eine ganz bedeutende Zunahme im Färbungsvermögen des Kernplasmas verbunden ist. Der vorher sehr gut ausgeprägte Kernfaden wird dadurch undeutlich. Zunächst meint man noch hier und da etwas von ihm zu erkennen, bei manchen Kernen ist er jedoch ganz unsichtbar (Fig. 54—56). Später nimmt die Färbbarkeit des Kernplasmas ab und dadurch tritt der Kernfaden wieder hervor (Fig. 58 und 59). Der ganze Vorgang erweckt den Eindruck, als ob die im Nucleolus angehäufte färbbare Substanz bei dessen Zerstörung im Kernsaft gelöst wird, welcher seinerseits dadurch an Färbbarkeit gewinnt und den Kernfaden verdeckt. Dass der Kernfaden selbst schwindet, möchte ich nicht annehmen, denn auch in sehr stark gefärbten Kernen erkennt man ihn zuweilen streckenweise (Fig. 57). Immerhin halte ich es für möglich und sogar für wahrscheinlich, dass zu dieser Zeit ein Austausch zwischen dem Kernsaft und der geformten Substanz des Kernes stattfindet, bei welchem vielleicht ein Theil des vorher im Kernkörper niedergelegten Chromatins dem Kernfaden beigefügt wird.

Die Bildung eines Kernfadens, dessen Verschwinden und Wiederauftauchen erinnern an die Verhältnisse, wie sie sich im Keimbläschen des Amphibieneies finden und von Born, O. Schultze u. A. eingehend beschrieben wurden. Auch hier bildet sich ein Kernfaden aus, der in etwas späteren Stadien wieder schwindet. Letzteres geschieht dadurch,

dass der Anfangs grobfädige Knäuel zarter wird; die Fäden erscheinen immer feiner und werden schließlich ganz undeutlich (Born). Im Karyoplasma auftretende dunkle körnige Züge (Wolkenbildungen) tragen mit dazu bei, die Kernfäden zu verdecken. In den folgenden Stadien ist von dem chromatischen Knäuel nichts mehr wahrzunehmen. Das Innere des Kernes ist von einer feinkörnigen Substanz erfüllt, deren Körner sich nur ganz schwach färben. Die Nucleolen, die in großer Anzahl vorhanden sind, bleiben übrigens während dieses Vorgangs erhalten. Späterhin tritt das Fadenwerk allmählich wieder im Kern hervor. Über die Rolle, welche möglicherweise die Nucleolen hierbei zu spielen haben, stimmen die neueren Beobachter dieser Vorgänge (Rückert, Fick außer den genannten) nicht recht überein, doch scheint eine Auflösung der Nucleolen mit dem Verschwinden der Kernfäden jedenfalls nicht Hand in Hand zu gehen.

Ein Verschwinden des bereits ausgebildeten Kernfadens wird auch von Ishikawa für das Keimbläschen von *Diaptomus* angegeben, doch ist aus seiner Darstellung nichts über das Verhalten des Nucleolus bei diesem Vorgang zu ersehen. Später treten die chromatischen Elemente von Neuem wieder auf.

Von Flemming wurde nachgewiesen, dass das Schwinden der Nucleolen im Kern einen bestimmten Einfluss auf das Chromatin ausübt. Bei der Färbung mit Safranin-Hämatoxylin und anderen geeigneten Farbenkombinationen mit Safranin werden die chromatischen Figuren roth, die ruhenden Kerne jedoch blau und in ihnen nur die Nucleolen roth gefärbt. Flemming beobachtete nun, dass dem entsprechend diejenigen Stadien, in denen Nucleolen noch vorhanden oder schon wieder gebildet sind, d. h. also die Anfangsformen des Spirems und die Endformen des Dispirems die Safraninfärbung gar nicht oder nur schwach annehmen; sie erscheinen also blau wie das Gerüstwerk des ruhenden Kerns. In den Stadien hingegen, wenn die Nucleolen gelöst sind, d. h. vom lockeren Spirem bis zur Mitte des Dispirems, zeigen die Figuren den reinen Safraninton; sie sind roth gefärbt wie die Nucleolen selbst es waren. Ganz entsprechende Beobachtungen machte auch Hermann und Went, Letzterer bei der Theilung pflanzlicher Zellen, wie ich aus Hertwig's »Zelle und Gewebe« entnehme. Der letztgenannte Autor erklärt die beim Vorhandensein, Schwinden und Wiederauftreten der Nucleolen verschiedenartige Färbung der Kernfäden direkt dadurch, dass sie während der Theilung Nucleolarsubstanz in sich aufnehmen, um sie nach der Theilung zur Neubildung der Nucleolen wieder abzugeben. Ähnliches fand auch Reinke bei der Zelltheilung in der Milz junger Mäuse (1891 und 1894 p. 411), indem auch bei ihnen mit der

Auflösung des Nucleolus eine entsprechende Änderung in der Färbung der chromatischen Substanz verbunden ist.

Mit einer gewissen Reserve können an dieser Stelle wohl auch die mehrfachen Nucleolen in den Keimbläschen der Wirbelthiere angeführt werden, von denen verschiedene Autoren so z. B. O. Schultze, Rückert, Holl annehmen, dass sie in gewissen Wechselbeziehungen zu den chromatischen Figuren des Kernes stehen. Besonders die beiden letztgenannten Forscher lassen die Substanz der Nucleolen beim Aufbau der Kernschleifen Verwendung finden, wobei ich allerdings den Befunden Rückert's ein größeres Gewicht als den wohl zu weitgehenden Angaben Holl's beilegen möchte, zumal die Frage von einem anderen Bearbeiter dieses Gegenstandes, Fick, wegen der gleichzeitigen Massenzunahme und Massenreduktion der Nucleolen und der eigentlichen chromatischen Substanz eine absprechende Beurtheilung erfahren hat. Fraglich könnte es auch erscheinen, ob man die mehrfachen Nucleolen der Wirbelthiereier mit den hier besprochenen Gebilden überhaupt vergleichen darf.

Mit den angeführten Beobachtungen über die Beziehungen der Nucleolen zur chromatischen Substanz scheinen mir die meinigen sehr wohl vereinbar zu sein, allerdings hätte es auch hier der Anwendung geeigneter Doppelfärbungen bedurft, die ich leider, als ich die geschilderten Erscheinungen kennen gelernt hatte, aus Mangel an Material nicht mehr anwenden konnte. *Ophryotrocha* würde wahrscheinlich wegen des ungemein großen Kernkörpers nach dieser Richtung ein günstiges Objekt sein, und ich hoffe nach Erlangung neuen Materials das Versäumte bei Gelegenheit nachholen zu können.

Die Bedeutung des Kernkörpers wird sehr verschieden aufgefasst. Während manche Autoren es für wahrscheinlich halten, dass seine Substanz mit zum Aufbau der chromatischen Figur verwendet wird, stellen andere dies durchaus in Abrede und möchten in den Nucleolen gewissermaßen nur Nebenprodukte sehen, die bei der Thätigkeit des Kernes zur Ablagerung kommen. Dieser letzteren Auffassung ist in der neuesten Zeit besonders entschieden von Häcker Ausdruck gegeben worden. Nach seiner Meinung stellen die Nucleolen nicht einen Nähr- oder Reservestoff, sondern vielmehr ein während der vegetativen Thätigkeit der Zelle zur Abscheidung gelangtes Abspaltungsprodukt dar, welches bei Beginn der Mitose aus dem Kernraum entfernt wird. Häcker's Ausführungen sind zwar allgemeiner gefasst, doch beziehen sich seine Beobachtungen hauptsächlich auf die Nucleolen der Keimbläschen. Für diese werde ich selbst weiter unten zu beschreiben haben, dass sie zunächst während der Ausbildung des Kernfadens erhalten bleiben können und gewöhnlich erst in späteren Ausbildungszuständen des Kernes

schwinden als diejenigen in den Kernen der Embryonalzellen. Auf die Keimbläschen beziehen sich auch RHUMBLER's Ausführungen über die Natur der Nucleolen, so weit sie die Kerne der Metazoen betreffen, doch gelangt er zu einem anderen Ergebnis. Ihm ist eine Wechselbeziehung zwischen den Nucleolen und dem Chromatin wahrscheinlich, derart, dass die ersteren gelöst und in anderer Form den sich bildenden chromatischen Figuren hinzugefügt werden. Diese Auffassung harmonirt mit den oben erwähnten Ansichten über die Natur der Kernkörper und ich selbst sprach mich bei früheren Gelegenheiten auf Grund eigener Beobachtungen dahin aus, dass die Nucleolen gewissermaßen ein Reservematerial des Eies darstellen, welches zu bestimmten Zeiten wieder in Lösung übergeführt und zur weiteren Ausbildung des Kernes verwendet werde. Andere Autoren gehen darin noch weiter. So nimmt O. HERTWIG an, dass »die Nucleolen in der Vorbereitung zur Theilung in kleine Substanztheilchen zerlegt und auf die Kernsegmente vertheilt werden«. Er fand, dass in den der Theilung vorangehenden Stadien der Samenmutterzellen des Pferdespulwurms der Nucleolus in mehrere Stücke zerfällt, die sich wie der Nucleolus selbst durch ein besonderes Färbungsvermögen auszeichnen. Von diesen Theilstücken lösen sich dann wiederum kleine Kügelchen ab und fügen sich den Theilstücken des Kernfadens an, an denen sie noch durch ihre abweichende Färbbarkeit nachzuweisen sind. Nach dieser Auffassung würde also die geformte und nun in kleinere Theilstücke zerfällte Substanz der Kernkörper mit zum Aufbau der chromatischen Figur verwendet werden. Im Anschluss hieran kann ich mich nicht enthalten, den obigen Beobachtungen über die Umwandlung des Kernkörpers der Embryonalzellen noch einige weitere hinzuzufügen, welche sich ebenfalls mit den Vorgängen bei dem Übergang des Ei- und Spermakerns zur Furchungsspindel decken.

Wenn der Kernkörper der Furchungszellen die weiter oben geschilderte Umwandlung aus seinem maschigen Bau in eine körnige Struktur durchgemacht hat, so fängt seine bis dahin sehr scharfe Umgrenzung an undeutlich zu werden, so dass sich in einem etwas späteren Stadium der Nucleolus nur noch durch die ihm eigene hellere Färbung von dem dunklen Kernplasma unterscheidet (Fig. 57—59, Taf. XXIX). Es wurde schon früher erwähnt, dass um diese Zeit die früher nicht mehr sichtbaren Kernfäden wieder in der Umgebung des Nucleolus aufzutauchen beginnen. Die Fäden lassen vielfach eine Zusammensetzung aus Körnchen erkennen. Nun ordnen sich aber auch die Körnchen innerhalb des Nucleolus in derartigen Strängen an (Fig. 57), was entweder allem Anschein nach sekundär geschieht (Fig. 57—60) oder noch eine Folge des früheren maschigen Baues des Nucleolus ist (Fig. 55

und 56). In wie weit das Erstere oder Letztere der Fall ist, lässt sich bei den einzelnen Kernen übrigens schwer sagen. Wenn jetzt die Begrenzung des Kernkörpers schwindet und er damit ein in vielen Fällen bei Weitem nicht kleinerer Theil des Kernplasmas wird, so ist es oftmals schwer zu entscheiden, ob man in den reihenweise angeordneten Körnchen solche des Nucleolus oder wirkliche Kernfäden, die schon vorher außerhalb des Nucleolus im Kernplasma vorhanden waren, vor sich hat. Am Präparat selbst, wo die Färbung der einzelnen Theile eine wichtige Rolle spielt, springt dieses Verhalten weit mehr in die Augen als an der Zeichnung, doch habe ich es immerhin durch einige Figuren darzustellen gesucht.

In Fig. 57 sieht man unter den vielen unregelmäßig gelagerten Körnchen solche, die sich in Reihen an einander legen, doch ist in dieser Furchungszelle der Unterschied zwischen Kernkörper und Kernplasma ein noch zu bedeutender. Letzteres ist zwar auch in Fig. 58 noch der Fall, aber hier beginnt doch schon die Umgrenzung stellenweise recht undeutlich zu werden, so dass das Plasma des Kernes in dasjenige des Kernkörpers übergeht und man die in diesem oder jenem gelegenen Körnchen oder Körnchenreihen kaum noch unterscheiden kann. Im Kernplasma bemerkt man hier und da Fadenstücke und im Nucleolus erscheinen die Körnchen nicht nur reihenweise hinter einander gelagert, sondern zu einem zusammenhängenden Faden verklebt. Dieses Letztere ist weniger deutlich an dem in Fig. 59 abgebildeten Kernkörper zu bemerken, dagegen ist jedoch seine Begrenzung ganz besonders undeutlich geworden und die Fadenstücke des Kernplasmas sind desshalb kaum von den Körnchenreihen des Nucleolus zu trennen. Wenn die Umgrenzung des letzteren erst völlig geschwunden und der Raum, welchen er bisher einnahm, vom Kernsaft durchdrungen ist, so dass die Differenzen in der Färbung ganz schwanden, so würde ein Unterschied zwischen der geformten Substanz inner- und außerhalb des Kernkörperbezirks gar nicht mehr aufrecht zu erhalten sein. Es würde sich kaum entscheiden lassen, ob hier Fadenstücke des Kernplasmas oder zusammengereihte Körnchen des Kernkörpers liegen. Übrigens scheint es auch, als wenn die zuvor im Nucleolus gelegenen geformten Elemente nach dem Schwinden der Begrenzung desselben sich im Kernraum vertheilen könnten.

Nicht immer geht das Auftreten kernfadenartiger Bildungen im Kernkörper Hand in Hand mit dem Schwinden von dessen peripheren Theilen. Fig. 60 z. B. stellt einen Kern dar, welcher außer schwach und stärker gefärbten, einzeln gelagerten Körnchen auch reihenweise angeordnete enthält, sowie scheinbare Bänder oder Fäden, deren Struk-

tur darauf hindeutet, dass sie ebenfalls durch Zusammenlagerung von Körnchen entstanden. Ihrer ganzen Form nach machen sie weniger den Eindruck, als ob sie Reste der früheren Maschenstruktur des Kernkörpers seien, wie ein Vergleich mit den Fig. 52—56 zeigt. Immerhin würde dies nicht ausgeschlossen sein. Kernfäden konnte ich in dem betreffenden Kern nicht klar, sondern eben nur angedeutet erkennen, so dass von Beziehungen zwischen ihm und der geschilderten Struktur des Kernkörpers nicht gesprochen werden kann, zumal auch seine Begrenzung eine noch sehr scharfe war.

In manchen Fällen schwindet die scharfe Begrenzung des Nucleolus bereits, wenn die Maschenstruktur noch zum Theil erhalten und erst wenig von ihrem körnigen Zerfall zu bemerken ist. Dann zeigen die im Kernkörper und die in seiner Umgebung gelegenen Stränge färbbarer Substanz eine gewisse Ähnlichkeit und man könnte fast meinen, dass die einen sich in die anderen fortsetzten (Fig. 61). Da nun aber ein derartiger Übergang der Struktur des Kernkörpers in diejenige des Kernes nichts weniger als wahrscheinlich ist, so sind derartige Bilder eher geeignet gegen einen direkten Übergang der geformten Substanz des Nucleolus in diejenige des Kernes zu sprechen, wie sie vorher erläutert wurde. Es kommt hinzu, dass ich einige Male, allerdings abnormer Weise, in den bereits fertig ausgebildeten Spindeln von Furchungszellen noch den Nucleolus auffand, der jedoch in seinem Umfang stark reducirt war. Dieses allerdings sehr vereinzelte und wie gesagt nicht normale Verhalten würde immerhin geeignet sein, gegen eine Betheiligung der Nucleolarsubstanz am Aufbau der chromatischen Elemente zu sprechen.

Es liegt hier jedenfalls eine schwer zu lösende Frage vor, die ich auch für mein Objekt nicht zu entscheiden wage, da ich aus dem angegebenen Grunde andere, möglicherweise geeignetere Färbungsmethoden nicht in Anwendung bringen konnte. Immerhin erschienen mir die bei der Umwandlung des so eigenartig gebauten und umfangreichen Kernkörpers sich abspielenden Vorgänge der Mittheilung werth, besonders auch desshalb, weil sie bei der Umbildung des Ei- und Spermakerns sehr übereinstimmend und in einer Weise verlaufen, die noch mehr als hier auf eine Betheiligung der Kernkörpersubstanz am Aufbau der chromatischen Kernstrukturen hinweist.

II. Die Eireifung.

1. Die Vorstadien.

Bei der früher gegebenen Beschreibung der Eibildung nahm ich auf die Struktur der Kerne weniger Rücksicht, weil es mir nur auf das

Verhalten der Eizellen gegenüber den Nährzellen ankam. Wie BRAEM und ich früher nachwiesen, wird jeder Eizelle eine Nährzelle beigegeben. Beide vereinigen sich zu einem Zellenpaar, das sich vom Ovarium loslöst und frei in der Leibeshöhle flottirt (Fig. 63 und 64, Taf. XXIX). Man sieht, dass beide Zellen ein sehr verschiedenartiges Aussehen zeigen. In früheren Stadien ist dies nicht der Fall.

Die Ei- und Nährzellen entstehen wie bei anderen Anneliden in den ventral vom Darm besonders an den Dissepimenten gelegenen Zellenwucherungen. Hier lassen sich beide Zellenarten zunächst nicht unterscheiden. Im Keimlager findet man Zellen verschiedenen Umfangs, so wie ich dies in der früheren Arbeit eingehender beschrieb. Die Kerne enthalten zunächst ein ziemlich gleichartiges Gerüstwerk, sowie einen dunkel gefärbten, homogenen Kernkörper (Fig. 62 *A*, Fig. 63 *A* und *B*). Sehr bald tritt ein Größenunterschied der Zellen ein, wie er sich schon in den Figuren 62 und 63 bemerkbar macht. Während die Kerne der Eizellen zunächst kleiner bleiben und dabei ihre Kugelgestalt bewahren (Fig. 62 *A*), nehmen die Nährzellkerne an Umfang rasch zu und erhalten eine ovale Gestalt (Fig. 63 *A* und *B*). Die Färbung und Struktur beider Kerne ist noch sehr ähnlich, doch beginnt das Gerüstwerk der Nährzellkerne schon bald etwas gröber zu werden. Allmählich nehmen sie auch eine etwas dunklere Färbung an, was nicht nur auf den stärkeren Gehalt an Chromatin, sondern auch auf eine Färbung des Kernsaftes zurückzuführen ist (Fig. 62 *B* und 63 *C*). In Fig. 62 liegt eine junge Eizelle neben einer Nährzelle. Der Unterschied im Bau beider tritt hier schon außerordentlich deutlich hervor. Übrigens betrifft dies nicht nur den Kern, welcher weit stärker gefärbt und umfangreicher ist als derjenige der Eizelle, sondern auch die Struktur des Zellplasmas. Dieses erscheint in der Eizelle feiner, in der Nährzelle gröber strukturirt. Die so beschaffenen Zellen liegen noch im Ovarium, wenn man die erwähnte Zellenwucherung der Auskleidung der Leibeshöhle so bezeichnen will. Bald lösen sich die hier schon paarweise angeordneten Zellen vom Ovarium ab und werden nunmehr frei in der Leibeshöhle gefunden. Ihre Struktur hat wiederum eine weitere Veränderung erfahren. Dies betrifft zumeist die Nährzelle. Sie ist im Wachsthum bedeutend fortgeschritten, während die Eizelle zurückblieb (Fig. 64), so dass sie diese mehrfach an Umfang übertrifft. Eben so hat der Kern an Umfang wie an Färbbarkeit noch bedeutend zugenommen. Die Chromatinstränge erscheinen dichter und unregelmäßiger gelagert. Im Kernkörper zeigt sich eine maschige Struktur, welche sich bereits in einem früheren Stadium durch das Auftreten einiger Vacuolen bemerkbar machte (Fig. 62 *B*). Sehr bemerkenswerth

ist die unregelmäßige Umgrenzung des Nährzellkernes, die übrigens auf einer späteren Ausbildungsstufe noch weit deutlicher hervortritt (Fig. 65). Der Kern erscheint hier an verschiedenen Stellen mehr oder weniger tief eingebuchtet, fast gelappt. An manchen dieser Kerne kann man beobachten, dass die Begrenzung streckenweise undeutlich wird und völlig schwindet. Die Kerne zeigen ganz den Charakter, wie man ihn vielfach bei Drüsenzellen oder überhaupt bei Kernen secernirender Zellen findet. Damit stimmt außer seinem bedeutenden Umfang auch der Bau überein, sowie das intensive Färbungsvermögen. Das Chromatin durchzieht jetzt in groben unregelmäßig gelagerten Strängen den Kern und nimmt in späteren Stadien eine noch unregelmäßigere Vertheilung an. Bezüglich der Fig. 65 sei bemerkt, dass dieselbe bei schwächerer Vergrößerung angefertigt wurde und dass die besprochenen Verhältnisse somit im Vergleich mit den früheren Figuren nicht in derselben deutlichen Weise hervortreten können. Die weiteren Veränderungen der Nährzellen kommen hier weniger in Betracht. Ihre Größenabnahme, die Umbildung und schließliche Degeneration ihres Kernes schilderte ich bereits früher. Sie hängt am Ende nur noch als ein stark reducirtes Gebilde mit völlig entartetem Kern der nunmehr sehr umfangreich gewordenen und dem Reifestadium nahen Eizelle an (Fig. 66). Diese letztere erreicht durchschnittlich eine Größe von 0,1 mm im Durchmesser.

Die Umwandlungen, welche der Kern der Eizelle erleidet, sind völlig andere. Sie sind dadurch gekennzeichnet, dass der Kernraum eher an Färbbarkeit verliert und das Chromatingerüst schon bald das Bestreben zeigt, sich in Fadenform anzuordnen. Zunächst erkennt man in dem jungen Keimbläschen noch ein Gerüstwerk (Fig. 64), welches jedoch dem früheren Stadium (Fig. 62 *A*) gegenüber schon mehr die Fadenform anzunehmen im Begriff ist. Dies tritt noch weit mehr in einem Folgestadium (Fig. 65) hervor. Die Eizelle hat sich jetzt schon bedeutend vergrößert und die Nährzelle, auf deren Kosten dies zum Theil geschehen ist, im Wachsthum weit überholt. Der Kernkörper nimmt allmählich dieselbe wabenförmige Struktur an, welche früher bereits für den Nucleolus der Embryonalzellen beschrieben wurde (Fig. 64—66, Fig. 47 und 48).

Mit dem Wachsthum des Keimbläschens nimmt auch die Ausbildung des Kernfadens ihren Fortgang (Fig. 67 und 68). Zunächst sieht man hier und da noch eine Gabelung der Chromatinstränge, die andeutet, dass der Zustand des früher vorhandenen Gerüstwerks noch nicht völlig überwunden ist. Die Fäden selbst zeigen einen körnigen Bau, als ob sie aus einer Reihe hinter einander aufgereihter Körner beständen.

Es ist zu bemerken, dass man in allen diesen wie auch in den folgenden Stadien des Keimbläschens zwischen dem gröberen Gerüst- oder Fadenwerk noch eine feinere Struktur des Kernes nachweisen kann, welche wie eine recht feine Körnelung erscheint, zwischen der man aber auch feinste Fädchen zu erkennen vermag. So ist also zwischen der geformten chromatischen Substanz des Kernes noch eine feiner strukturirte, kaum färbbare Substanz vorhanden (Fig. 66—71), welche zumal in den späteren Stadien des Keimbläschens, wenn sich der Kernfaden besser ausgebildet hat und die Kernschleifen entstanden sind, deutlicher hervortritt.

Die weitere Ausbildung des Keimbläschens wird durch die Figuren 67—71 erläutert. Aus dem Gerüstwerk bildet sich der Faden immer deutlicher heraus, an dem man aber auch in dem späteren Stadium der Fig. 69 immer noch Gabelungen bemerken kann. Auch wenn diese verschwunden sind, ist die körnige Struktur des Fadens noch deutlich vorhanden (Fig. 70) und man bemerkt sie auch später noch, wenn bereits eine erhebliche Verkürzung und stärkere Färbbarkeit des Fadens eingetreten ist (Fig. 72).

Ich sprach bisher von dem Kernfaden, ohne damit speciell ausdrücken zu wollen, dass es sich thatsächlich nur um einen einzigen d. h. einen kontinuirlichen Faden handelt. Ich habe übrigens thatsächlich den Eindruck erhalten, als ob nur ein gemeinsamer Faden vorhanden sei. Dieser würde dann eine sehr bedeutende Länge haben und zwar ist dieselbe in den früheren Stadien viel größer als in den späteren. Wie dies schon von anderen Formen genügend beschrieben ist, so tritt auch im Keimbläschen von *Ophryotrocha* eine Art von Kondensation der chromatischen Substanz des Kernfadens ein. Bei immer zunehmender Färbbarkeit erleidet er eine beträchtliche Verkürzung. Fig. 71 zeigt den Faden bereits in einem solchen Zustand, doch ist er immerhin noch sehr umfangreich. In die Figur wurden aus fünf Schnitten, welche das betreffende Keimbläschen enthielten, sämmtliche Theile des Kernfadens genau eingezeichnet. Im Stadium der Fig. 72 erscheint der Kernfaden schon wesentlich verkürzt. Später bei immer stärkerer Verkürzung färbt er sich intensiver und seine körnige Struktur tritt nur noch wenig oder gar nicht mehr hervor. Während er bisher höckrig und uneben an seiner Oberfläche erschien, wird diese dann ganz glatt und der Faden nimmt dadurch ein gleichmäßigeres Aussehen an.

Von besonderem Interesse war mir das in Fig. 73 abgebildete Keimbläschen, weil in ihm der Kernfaden ganz besonders klar ausgeprägt erschien. Leider war dieses Keimbläschen wohl in Folge eines auf das betreffende Ei ausgeübten Druckes platt gedrückt und der Kernfaden

zeigte sich auf einen verhältnismäßig geringen Theil des Keimbläschens zusammengedrängt. Er war in dem ziemlich dicken Schnitt seiner ganzen Länge nach enthalten und in diesem Falle schien es thatsächlich, als ob man es mit einem einzigen zusammenhängenden Kernfaden zu thun habe. Mit vollständiger Sicherheit möchte ich dies allerdings auch hier nicht behaupten, denn an den Stellen, wo der Faden eine Schlinge bildet und wo gleichzeitig mehrere Partien sich decken, ist es schwierig über den auch dort vorhandenen Zusammenhang ein sicheres Urtheil abzugeben, jedoch schien mir bei genauer Verfolgung des Fadens, weit deutlicher als dies aus dem Bilde zu entnehmen ist, ein vollständiger Zusammenhang vorhanden zu sein. Die bedeutende Verkürzung, welche der Kernfaden bisher erfuhr, ergiebt sich aus Fig. 73 im Vergleich mit den früheren Bildern (Fig. 70—72) ohne Weiteres.

Von einer zweireihigen Anordnung der Körner und somit von einer bereits in den betreffenden frühen Stadien vorhandenen Spaltung des Fadens, wie sie an anderen Objekten beschrieben wurde, ist bei *Ophryotrocha* nichts aufzufinden. Da ich ganz besonders auf diesen Punkt achtete, halte ich es für ausgeschlossen, dass mir die Spaltung entgangen sein könnte. Ich untersuchte eine große Anzahl von Würmern, deren Eier sich auf diesem Stadium befanden. Die Konservirung war zum Theil dieselbe wie diejenige der Würmer, an deren Eiern die Spaltung des Fadens in späteren Stadien sehr deutlich hervortritt und leicht wahrzunehmen ist. Die Spaltung des Fadens ist bei *Ophryotrocha* im Allgemeinen erst in einem weit späteren Stadium nachzuweisen, wenn die Bildung der Chromosomen schon ihren Anfang genommen hat. Allerdings habe ich einen Fall zu verzeichnen, in dem ich die Spaltung thatsächlich schon früher, nämlich an dem Kernfaden auffand. Dieser war bereits im Zustand der starken Verkürzung und die körnige Beschaffenheit ist nicht mehr zu erkennen. Fig. 74 lässt an verschiedenen Stellen deutlich die Längsspaltung des Fadens wahrnehmen. Noch weit deutlicher tritt sie in Fig. 75 hervor, wo die beiden Spalthälften wie aus einander gedrängt erscheinen. Im letzteren Falle vermochte ich nicht zu entscheiden, ob ich es noch mit dem ursprünglichen Kernfaden oder nicht vielmehr schon mit den aus ihm hervorgegangenen Kernschleifen zu thun habe, aber auch bei den letzteren tritt, wie weiterhin gezeigt werden wird, die Spaltung erst später auf.

Bei dem Wurm, welchem die Eier mit den zuletzt beschriebenen Keimbläschen entstammen, ließen sich ähnliche Bilder noch in einer größeren Anzahl anderer Eier auffinden. Diese zeigten weiterhin die Eigenthümlichkeit, dass am Keimbläschen bereits die Polstrahlungen der Spindel vorhanden waren, welche sonst erst später auftreten (Fig. 74

und 75). Die Kerne erscheinen somit in einigen Punkten weiter entwickelt, während sie in anderer Beziehung z. B. auch bezüglich des später noch zu erwähnenden Vorhandenseins des Kernkörpers zurückgeblieben sind. Da ich, wie schon erwähnt, Keimbläschen in diesen wie in den vorhergehenden und folgenden Stadien von sehr vielen Würmern untersuchen konnte, die Längsspaltung des Kernfadens jedoch in diesen Stadien sonst niemals, sondern erst später, dann aber in sehr klarer Weise auffand, so muss ich das soeben besprochene Verhalten des einen Wurmes als ein ausnahmsweises und der Regel widersprechendes erklären. Immerhin dürfte es darauf hinweisen, dass die Längsspaltung, wenn sie für gewöhnlich und bei den von mir angewandten Reagentien, noch nicht sichtbar ist, doch schon so, wie dies von anderen Objekten beschrieben wurde, im Kernfaden vorbereitet ist. Das frühere Auftreten in dem einen Falle möchte ich nicht durch eine nach dieser Richtung besonders gelungene Konservirung, sondern vielmehr durch eine im Einzelnen differente Ausbildung des Kernes erklären, wie sie bei diesen und bei anderen Objekten vorkommt. Für eine derartige Auffassung spricht besonders das Verhalten des Nucleolus.

Den Kernkörper des Eies lernten wir bereits in einem sehr frühen Stadium desselben kennen (Fig. 62 *A*). Hier zeigt er eine homogene Beschaffenheit, die aber bald durch Auftreten einzelner und mehrerer Vacuolen in den von den Embryonalzellen her bekannten maschigen Bau übergeht (Fig. 64—67). Derselbe ist übrigens hier kein so regelmäßiger wie bei den Nucleolen jener Zellen und auch der Umfang des Nucleolus gegenüber dem Kern ist bei Weitem nicht so bedeutend. Schon desshalb wird die Einflussnahme des Kernkörpers bei seiner Auflösung auf die Beschaffenheit des Kernes keine so große sein, wie ich sie dort anzunehmen geneigt war. Das Schwinden des Kernkörpers erfolgt etwa zur Zeit der beginnenden Verkürzung des Kernfadens, also zu einer ähnlichen Zeit wie bei den Embryonalzellen. Veränderungen in der Färbbarkeit sind mir dabei nicht aufgefallen; ich konnte allerdings die dazu nöthigen Färbemethoden auch bei dieser Gelegenheit nicht anwenden. Eine bestimmte Norm für den Zeitpunkt des Verschwindens des Kernkörpers lässt sich übrigens nicht feststellen. Zuweilen findet dasselbe schon früher statt. So besitzt das in Fig. 69 abgebildete Keimbläschen nur einen sehr kleinen Nucleolus, während er bei anderen Eiern desselben Wurmes, die sich auf dem gleichen Stadium befinden, noch recht umfangreich ist. Übrigens konnte ich den bei den Embryonalzellen wie auch beim Ei- und Spermakern stattfindenden körnigen Zerfall des Nucleolus am Keimbläschen nicht wahrnehmen, sondern ich fand nur größere und kleinere Kernkörper von ungefähr

gleicher Struktur, oder wenn es sich um recht kleine Nucleolen handelte, von fast homogener Beschaffenheit bezw. mit einigen kleinen Vacuolen. Dies deutet auf ein Schwinden des Kernkörpers durch allmähliche Verkleinerung nicht durch den bei den Embryonalzellen beobachteten komplicirten Vorgang hin.

Wie schon erwähnt findet die Auflösung des Nucleolus im Keimbläschen zu recht verschiedener Zeit statt. In Fig. 68 ist der Kernkörper noch sehr umfangreich, besitzt jedoch, wie dies vielfach in diesem Stadium bemerkt wird, eine auffallend blasse Färbung. In Fig. 69 ist der Nucleolus sehr klein und in Fig. 70 fehlt er bereits ganz. Dasselbe ist in Fig. 71 und in dem späteren Stadium der Fig. 73 der Fall. Diese Bilder harmoniren also mit einander. Dagegen kann der Kernkörper noch in vollem Umfang in späteren Stadien vorhanden sein, in denen das Chromatin schon eine weitere Ausbildung erfahren hat. So enthält das Stadium des bereits verkürzten Kernfadens der Fig. 72 einen großen, wohl ausgebildeten Nucleolus. Ein solcher findet sich auch in den früher erwähnten Keimbläschen Fig. 74 und 75. Während diese Kerne also in Bezug auf das Vorhandensein der Längsspaltung des Kernfadens und der Chromosomen in der Ausbildung voraus sind, sind sie bezüglich der Umbildung des Kernkörpers zurückgeblieben. Dieser kann übrigens auch noch vorhanden sein, wenn die vier Kernschleifen bereits gebildet sind, wie die Fig. 79 zeigt. Das letztere Verhalten möchte man entschieden so deuten, dass die Substanz des Kernkörpers von keinerlei Bedeutung für die Ausbildung der chromatischen Substanz ist, welcher Standpunkt ja auch bekanntlich von verschiedenen Seiten vertreten wird. Das oben eingehend besprochene Verhalten der Embryonalkerne ließ dagegen eine ganz andere Auffassung zu, obwohl es auch bei diesen allerdings abnormer Weise vorkommt, dass neben den bereits gebildeten Chromosomen (sogar in der angelegten Spindel) der Kernkörper noch vorhanden ist. Im Allgemeinen lassen sich die über den Kernkörper der Eizellen gemachten Angaben dahin zusammenfassen, dass für gewöhnlich seine Auflösung zu einer Zeit erfolgt, wenn sich das Chromatin noch in der Ausbildung befindet, so dass also eine Verwendung der Nucleolensubstanz zu dessen Aufbau nicht unmöglich ist. Der lange Bestand des Kernkörpers in einzelnen Fällen macht eine derartige Verwendung vielleicht nicht sehr wahrscheinlich, widerlegt sie jedoch nicht völlig. Was die erwähnten Verschiedenheiten des Verhaltens der Nucleolen in den Ei- und Embryonalzellen betrifft, so ließen sich diese vielleicht durch die recht verschiedenartige Ausbildung und Funktion der Kerne in den beiderlei Zellen erklären.

Das lange Erhaltenbleiben des Nucleolus, welches nicht für seine

Verwendung beim Aufbau der chromatischen Substanz spricht, ist auch von anderen Formen bekannt, ich nenne z. B. *Echinus microtuberculatus*, in dessen Keimbläschen nach Boveri's Beobachtung neben den kleinen Chromosomen noch ein umfangreicher Nucleolus liegt oder die *Copepoden*, in deren Keimbläschen Häcker und Rückert neben den zwar noch nicht fertig aber immerhin schon weit ausgebildeten Chromosomen umfangreiche Kernkörper fanden. Ganz außerordentlich lange bleibt der Nucleolus des Keimbläschens nach Wheeler's Beobachtung bei *Myzostoma* erhalten, wo er sich nach der Bildung der Spindel noch im Plasma des Eies ganz unabhängig von jener vorfindet. Ja er soll sogar noch in die Furchungszellen übergehen, in denen er noch im achtzelligen Stadium vorhanden ist. In den meisten anderen Fällen scheint dagegen die Auflösung der Nucleolen ziemlich früh einzutreten. Von der Verwerthung des Verhaltens der Nucleolen der Wirbelthierkeimbläschen in dieser Richtung wurde schon gesprochen.

Nach der Auflösung des Kernkörpers und der bereits weit vorgeschrittenen Verkürzung des Kernfadens tritt dessen Zerfall in vier Theilstücke ein, vorausgesetzt, dass es sich um einen zusammenhängenden Faden handelt. Ich glaubte mehrfach bereits vier Fadenstücke deutlich unterscheiden zu können, wenn diese noch sehr lang sind, aber freilich ist man dabei sehr leicht Täuschungen ausgesetzt, z. B. dann, wenn die Verhältnisse so liegen, wie dies in Fig. 76 dargestellt ist. Die Schleifen sind hier noch außerordentlich lang und da es nöthig ist, mehrere Schnitte zu kombiniren, so ist ein Irrthum leicht möglich. Immerhin glaubte ich in diesem wie in anderen Fällen vier Schleifen zu zählen, aber es könnten auch zwei von ihnen noch mit einander verbunden sein. Übrigens kommt auf diesen Punkt nicht so viel an, da schon ganz wenig später vier Schleifen mit völlig genügender Sicherheit zu erkennen sind.

Die Verkürzung, welche schon früher am Chromatinfaden festgestellt wurde, nimmt ihren weiteren Fortgang auch wenn deren Quertheilung in vier Stücke erfolgt ist. So sieht man dann auch die einzelnen Schleifen sich bald stark verkürzen. Dies ist z. B. schon im Stadium der Fig. 77 der Fall. Hier könnte man zwar auch noch annehmen, dass die beiden sich kreuzenden, an der linken Seite des Keimbläschens gelegenen Fadenstücke zusammengehören möchten, doch liegen dafür die beiden anderen weit genug von einander getrennt. Zur Erläuterung dieses Bildes möchte ich noch hinzufügen, dass man durch Spaltung aus einander entstandene Fadenstücke bei anderen Objekten gelegentlich in einer ähnlichen Lagerung wie die beiden links gelegenen findet. Von einer derartigen Entstehung kann bei ihnen nicht die Rede sein, sondern ihre Lage gegen

einander ist nur eine zufällige. Das Verhalten, dass eines oder einige Fadenstücke gestreckt, die anderen jedoch mehr oder weniger gewunden sind, trifft man vielfach an.

Von ungefähr gleicher Länge wie in dem vorher besprochenen Keimbläschen sind die Fadenstücke in Fig. 78. Auch hier konnten mit Sicherheit ihrer vier festgestellt werden, die alle mehr oder weniger gewunden sind. Letzteres ist auch der Fall bei den Kernschleifen der Fig. 79 (Taf. XXX), welche gegen diejenigen des vorher besprochenen Stadiums eine erhebliche Verkürzung erlitten haben. Dass auch hier vier Schleifen vorhanden sind, brauche ich kaum zu erwähnen, da es sich ohne Weiteres aus der Figur ergiebt. Es ist dies eines jener Keimbläschen, die auch in so weit vorgeschrittenem Stadium noch den Kernkörper in vollem Umfang enthalten, wovon bereits weiter oben die Rede war.

In allen den besprochenen und auch in den noch zu erwähnenden Keimbläschen macht sich außer dem Chromatin noch eine andere wenig färbbare Substanz bemerkbar, die sich stark verdichten kann. Es ist dieselbe Substanz, die ich bereits früher bei Besprechung des Kernfadens erwähnte und die bei jenem jüngeren Keimbläschen in Form einer feinkörnigen oder feinfädigen Masse zwischen den Fadenschlingen auftrat (Fig. 67—72). In den späteren Stadien fällt sie noch weit mehr auf als dort, indem sie sich an einzelnen Stellen dichter zusammenballt (Fig. 80, 81, 85, 86), so dass der Kernraum wie gefleckt erscheint. So treten zuweilen ganze Komplexe dieser Substanz von rundlicher oder länglicher Gestalt stärker hervor. Auch längere Züge können sich bilden (Fig. 79), die dann mit nur schwach gefärbten Zügen chromatischer Substanz eine große Ähnlichkeit haben. Es kommt dieser Masse in den späteren Stadien eine Färbbarkeit zu, die ihr Anfangs nicht im gleichen Maße innewohnte, so dass sie selbst gegenüber der chromatischen Substanz stark hervortritt. Die Figuren 74—86 erläutern dieses Verhalten in genügender Weise.

Es kann kein Zweifel darüber sein, dass es sich bei der zwischengelagerten Substanz um dieselben Dinge handelt, die schon in Flemming's Darstellungen vom Jahre 1882 enthalten sind und die von ihm wie von anderen Autoren auch später wieder beschrieben wurden. So weist Flemming in seinem neueren Referat über die Zelle auf früher von ihm gegebene Figuren hin, welche diese Verhältnisse thatsächlich erkennen lassen. Ganz Ähnliches ergiebt sich aus den Darstellungen von Carnoy. Besonders klar tritt das körnige Gerüstwerk in einem Keimbläschen von *Echinus microtuberculatus* hervor, welches Boveri in seinen »Zellenstudien« (Heft 3, 1890) abbildet. Die verhältnismäßig sehr kleinen

Chromosomen erscheinen wie in dieses dichte Gerüstwerk eingelagert. Mit diesem recht ähnliche Bilder erhielt ich auch bei Ophryotrocha. In neuerer Zeit haben besonders M. Heidenhain und Reinke das intermediäre Gerüstwerk des Kernes studirt. Mit dem Namen Lanthanin belegt Heidenhain ein körniges Fadenwerk, welches zwischen den chromatischen Fäden des Kernes vorhanden ist und Reinke widmet diesen feinen, von ihm als Ödematin bezeichneten feinen Strukturen des Kernes seine besondere Aufmerksamkeit. Man findet dieselben auch in anderen Arbeiten der neueren Zeit, wie in denen van der Stricht's, Braus' und Schloter's wieder, die sich mehr oder weniger entschieden für das wirkliche Vorhandensein dieser Strukturen in der lebenden Zelle aussprechen. Man hat es vielfach für zweifelhaft gehalten, ob jenes feinste Gerüstwerk des Kernes, welches bei gewissen Behandlungsweisen der Zelle hervortritt, wirklich ein solches sei, oder ob man es nicht vielleicht nur als ein Kunstprodukt anzusehen habe, das eben durch jene Behandlungsweisen hervorgerufen worden sei. Auch Flemming's Äußerungen aus der letzten Zeit lassen nach dieser Richtung noch einen leisen Zweifel laut werden, mit dem Hinweis darauf, dass die in Rede stehenden feinsten Strukturen des Kernes bisher eben nur durch Reagentien sichtbar gemacht worden seien.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich eine Beobachtung anführen, welche ich schon früher an den verzweigten Kernen der Spinndrüsen der Raupen machte. Zwischen dem gröberen Netzwerk, welches dieselben erfüllt, fand ich außerdem ein sehr zartes Gerüst, welches sich schon an den lebenden Zellen deutlich erkennen lässt (1891, p. 83). Obwohl die am lebenden Objekt gemachten Beobachtungen damals nicht an geeignet konservirtem Material kontrollirt wurden, so ist es doch höchst wahrscheinlich, dass es sich hierbei um dieselben Dinge handelt, d. h. um ein feineres Gerüstwerk, welches zwischen der chromatischen Substanz noch vorhanden ist.

Was nun die Keimbläschen von *Ophryotrocha* betrifft, so würde die Vermuthung, dass man es mit einem Kunstprodukt, d. h. mit einer Gerinnungserscheinung des Kernsaftes zu thun hat, in den früheren Stadien weniger als in den späteren naheliegen. In jenen ist die Vertheilung der fädig körnigen Substanz zwischen den Schlingen des Kernfadens eine sehr gleichmäßige, während man sie später flockenartig in der früher besprochenen Weise im Kern vertheilt findet.

Das massige Auftreten der intermediären Substanz in späteren Stadien legt übrigens noch eine andere Vermuthung nahe. Wenn man sieht, welche bedeutende Reduktion der Masse die geformte Substanz

des Kernes bei der Ausbildung der Chromosomen erleidet, man vergleiche z. B. die Fig. 71 und 72 mit Fig. 84 und 85, so kommt man gewiss auf den Gedanken, dass hier vielleicht nicht nur eine Verdichtung des Chromatins, sondern möglicherweise eine Abgabe von Substanz an den Kernraum stattfindet, auf welche die nicht unbeträchtliche Anhäufung jener Substanz zum Theil zurückzuführen wäre. Von der Auflösung des Kernkörpers allein, wie man auch vermuthen könnte, kann die erhöhte Färbbarkeit der im Kernraum vertheilten Substanz nicht herkommen, denn auch in Fällen, in denen der Nucleolus noch vorhanden ist, tritt sie bereits in ganz eben so starkem Maße hervor. Übrigens ist hierbei zu bemerken, dass die Spindelfasern innerhalb des Kernraums gebildet werden und dass jene Substanz wohl zum Theil dabei Verwendung findet.

Die Bildung der Kernschleifen wurde oben bis zu einem Punkte verfolgt, auf welchem schon eine erhebliche Verkürzung eingetreten war (Fig. 79). Mit dieser Verkürzung ist eine erhöhte Färbbarkeit verbunden, welche jedenfalls auf die eingetretene Verdichtung des Chromatins hinweist. Man erkennt dies schon aus einem Vergleich der Fig. 72—79, sowie der späteren Stadien (Fig. 80—88); deutlicher geht dies jedoch aus der Betrachtung der Präparate selbst hervor, da die Verschiedenheiten in der Intensität der Färbung sich durch die Zeichnungen nicht in so vollkommener Weise wiedergeben ließen.

Vier schleifenförmig gewundene Chromosomen erkennt man sehr klar in dem Keimbläschen der Fig. 80, welches von dem Stadium der Fig. 79 nicht weit entfernt ist. Ich gebe mit Absicht einige Abbildungen dieser Verhältnisse mehr, als vielleicht unbedingt nöthig wäre, um zu zeigen, dass dieselben wiederholt zur Beobachtung gelangten. Ich könnte die Zahl der Abbildungen übrigens noch nach Belieben vermehren. Schon bedeutend weiter fortgeschritten ist die Verkürzung der Schleifen in Fig 81. Auch hier kann eine Gestaltung derselben auftreten, welche man versucht sein könnte anders zu deuten. Die Kernschleifen erscheinen zuweilen wie in der Mitte eingeknickt. Dies ist z. B. in Fig. 81 in der unteren und weniger deutlich in der oberen Schleife der Fall, und Ähnliches könnte man in der oben links liegenden Kernschleife der Fig. 80 vermuthen. Es ist das nur eine zufällige Form der Kernschleifen, und sie darf nicht mit der Winkelbildung verglichen werden, wie sie an manchen anderen Objekten bei der Ausbildung der Chromosomen auftritt. Die Knickung deutet dort die beginnende Quertheilung der Kernschleife an und führt zusammen mit deren Längsspaltung zur Bildung der Vierergruppen. Solche werden jedoch weder in dieser noch in anderer Weise im Keimbläschen gebildet, wesshalb eine derartige

Deutung der geknickten Chromosomen ausgeschlossen ist. Neben jenen etwas eingeknickten Kernschleifen sieht man übrigens einfach schleifenförmig gewundene oder fast ganz gestreckte liegen.

Die Verkürzung der Kernschleifen nimmt noch immer ihren weiteren Fortgang, und ein späteres Stadium ist in Fig. 82 dargestellt. In dem betreffenden Keimbläschen erscheinen die vier Chromosomen schleifenförmig gewunden, doch können sie auch mehr gestreckt sein. In diesem Stadium nun pflegt die Längsspaltung sichtbar zu werden. In der bekannten Weise sieht man die Schleifen der Länge nach von einer hellen Linie durchzogen (Fig. 83). In Fig. 87 sind zwei Chromosomen bei stärkerer Vergrößerung abgebildet, so wie sie gewöhnlich in einem früheren (*A*) und einem späteren Stadium (*B*) erscheinen. Ihre Gestalt ist noch immer verschieden. Man findet einige schleifenförmig gewunden, andere nur leicht gebogen, und noch andere fast ganz gestreckt. Der Raum des Keimbläschens, der in Folge der starken Massenreduktion der chromatischen Substanz fast leer erscheinen sollte, ist mit der vorerwähnten feinkörnigen und feinfädigen Masse erfüllt, die jetzt mehr als je hervortritt und stellenweise recht dichte Anhäufungen bildet. Bei vielen Keimbläschen ist sie in noch weit höherem Grade ausgebildet, als dies aus den Figuren zu erkennen ist.

Sowohl die Vierzahl der Chromosomen wie auch deren Längsspaltung geht fernerhin aus den Fig. 84—86 hervor, welche die weitere und endgültige Ausbildung der Chromosomen darstellen. Auch bisher war die Verkürzung noch nicht ganz vollendet, sondern sie schreitet noch etwas weiter fort, wie eine Vergleichung der Fig. 83—85 ergiebt. Die Form ist noch immer nicht eine völlig gestreckte, sondern noch etwas gebogen oder sogar gewunden (Fig. 84—86), doch treten schon einzelne gestreckte oder fast gestreckte Chromosomen in der beinahe endgültigen Gestalt auf (Fig. 86, 87 *B*). Ihre Vertheilung im Keimbläschen ist auch jetzt noch eine völlig unregelmäßige.

Über das Auftreten der Längsspaltung, die jetzt an allen Chromosomen, wenn sie günstig liegen, sehr klar hervortritt, wurde bereits früher gesprochen. Ihre Erscheinung in den erwähnten Stadien muss als eine sehr späte bezeichnet werden, denn in der größeren Mehrzahl der bisher bekannten Fälle pflegt sie früher aufzutreten, zuweilen schon im Stadium des lockeren Knäuels. Nun erwähnte ich bereits weiter oben, dass in einem Falle die Längsspaltung ebenfalls in einem recht frühen Stadium festgestellt werden konnte, wenn der Kernfaden noch ein zusammenhängender oder doch eben erst zertheilt ist (Fig. 74 und 75). Obwohl dieses Verhalten dem, was man erwarten sollte, mehr entspricht, so muss ich doch ausdrücklich betonen, dass die

Längsspaltung für gewöhnlich erst in dem genannten späteren Stadium auftritt. Dies würde übrigens an und für sich nichts Unwahrscheinliches sein, denn auch derartige Fälle eines späten Auftretens der Spaltung sind bekannt, wenn ich nicht eben selbst die Beobachtung ihres gelegentlichen früheren Hervortretens gemacht hätte. Ich fasste dies oben so auf, dass die Längsspaltung zwar schon im Kernfaden vorgebildet, aber für gewöhnlich noch nicht zu erkennen sei, und dass in dem einen, übrigens auch nach anderer Richtung abweichenden Fall besondere Umstände dies gestatteten.

Mit dem zuletzt besprochenen Stadium ist die Umbildung der chromatischen Substanz ihrer Gestalt nach beendigt. Es sind vier längsgespaltene stäbchenförmige Chromosomen vorhanden (Fig. 86, 87 *B*), die somit ihrer Zahl nach der früher für *Ophryotrocha* festgestellten Normalzahl entsprechen. Vierergruppen, welche man jetzt bei der Mehrzahl der darauf hin untersuchten Formen gefunden hat, werden im Keimbläschen von *Ophryotrocha* nicht gebildet. Von einer Reduktion der Chromosomenzahl ist in Folge dessen im Keimbläschen dieser Form nicht die Rede. Die von verschiedener Seite aufgeworfene Frage, ob die Kernschleifen von Anfang an als solche im Keimbläschen vorhanden sind oder ob sie erst durch Quertheilung eines zusammenhängenden Fadens entstehen, ließ sich bei *Ophryotrocha* nicht mit Sicherheit entscheiden, doch sprach die größere Wahrscheinlichkeit für einen zusammenhängenden Faden, der sich in vier Kernschleifen zerlegt. Diese sind Anfangs noch sehr lang und machen die starke Verkürzung bis zu den stäbchenförmigen Chromosomen durch, kurz vor welchem Stadium erst die Längsspaltung an ihnen auftritt.

2. Die Ausbildung der ersten Richtungsspindel.

Meine Aufmerksamkeit bei den hier zu schildernden Vorgängen war zwar nicht ausschließlich, aber doch im Wesentlichen auf das Verhalten der chromatischen Substanz gerichtet. Da mir das Material nicht reichlich genug zu Gebote stand, um auch die für die Erhaltung der achromatischen Strukturen besonders geeigneten Konservirungen vorzunehmen, so können meine Beobachtungen in dieser Hinsicht nicht den Anspruch auf Vollständigkeit machen. Immerhin ergab sich trotzdem Verschiedenes, dessen Mittheilung zur Bestätigung oder Vervollständigung bisher bekannter Thatsachen nicht unerwünscht sein wird.

Ungefähr zu der Zeit, wenn der Kernfaden in die Theilstücke zerfällt, tritt am Keimbläschen eine Strahlung hervor, die sich an meinen Präparaten in etwas verschiedener Weise zeigt. Entweder besteht sie

aus einem kreisförmigen dunklen Protoplasmahof, von welchem sonnenförmig nach allen Seiten hin Strahlen ausgehen (Fig. 74, 75, 77, Taf. XXIX) oder es ist in diesem dunklen Hof ein ebenfalls kreisförmiges helles Centrum zu erkennen (Fig. 81, 85, Taf. XXX). Ob dieses letztere das Centrosoma und der dunkle Hof dem Archoplasma zuzurechnen ist oder ob dieses helle und jenes dunkle Gebilde, die sich ziemlich verschieden präsentiren, doch als identisch betrachtet werden müssen, wage ich nicht zu entscheiden und damit ist es mir überhaupt nicht möglich, über die Herkunft der Centrosomen in den Eiern von *Ophryotrocha* Auskunft zu geben. Wohl finde ich zuweilen an der Stelle des Keimbläschens, von welcher die Strahlung ausgeht, dessen Membran undeutlich, wie unterbrochen, doch erscheint sie in anderen Fällen dafür ganz klar ausgeprägt. Im Ganzen habe ich mehr den Eindruck, dass die Centrosomen neben dem Keimbläschen auftreten, als dass sie aus ihm hervorgehen.

Das Auftreten der Strahlung ist der Zeit nach nicht sicher festzustellen. Wie erwähnt tritt sie im Allgemeinen zur Zeit der Zertheilung des Kernfadens hervor, doch kann dies unter Umständen schon früher der Fall sein. So findet man zuweilen an Keimbläschen mit einem langen, wahrscheinlich noch ungetheilten Faden bereits zwei Strahlungen (Fig. 74). Derartige Schwankungen in dem Auftreten der einzelnen Phasen der sich zur Theilung vorbereitenden Kerne scheinen auch sonst vorzukommen, so berichtet z. B. Häcker, dass bei der Eireifung von *Canthocamptus staphylinus* die Segmentirung des Kernfadens bereits eintreten kann, wenn dieser noch eine feine, körnige Beschaffenheit zeigt, während sie im anderen und zwar im extremen Falle erst stattfindet, wenn sich der Kernfaden in der Mitte des Kernraums zu einer einfachen Schlinge verdichtet und zusammengezogen hat.

Schon sehr bald nach dem Auftreten der Strahlung sieht man dieselbe sich theilen (Fig. 77, Taf. XXIX). Zwischen den beiden Plasmahöfen spannen sich Fasern aus wie die, welche man auch sonst bei der Theilung der Centrosomen beobachtet, so dass man das Bild einer Centralspindel erhält. Ob man es thatsächlich mit einer solchen im eigentlichen Sinne zu thun hat und ob sie in der von Heidenhain vertretenen Weise unmittelbar bei der Theilung der Centrosomen zu Stande kommt, erschien mir nach den Bildern, welche ich erhielt, einigermaßen zweifelhaft. Diese machten mir vielmehr den Eindruck, als ob nach der Theilung der Centrosomen deren Radiensystem einfach an der betreffenden Stelle sich begegneten und, indem sie sich gegenseitig beeinflussten, die »Centralspindel« hervorriefen. Es ist schwer zu sagen, ob die Fäden in Wahrheit von einem Plasmahof zum anderen verlaufen, d. h. zwischen

beiden ausgespannt sind, oder ob dieser Eindruck, den man thatsächlich gewinnt, nicht dadurch hervorgerufen wird, dass Strahlen, die von dem einen und von dem anderen Plasmahof herkommen, sich decken. Da die Centralspindel späterhin bei der Ausbildung der ersteren Richtungsspindel keinerlei Rolle spielt und schon bald nicht mehr wahrzunehmen ist, so hat eine solche Auffassung viel Wahrscheinlichkeit für sich.

Zu der vorstehenden Auffassung war ich bereits gelangt, ehe ich diejenige Drüner's kennen lernte. Gegenüber der von Heidenhain vertretenen Herkunft der Centralspindel von den Centrosomen meint Drüner, dass »die Centralspindelfasern sich aus bestimmten Gruppen von Strahlen, welche ursprünglich allen anderen um die Centrosomen herum entwickelten Strahlen morphologisch und physiologisch ganz gleich waren, durch höhere Differenzirung hervorgebildet haben......« Diese Darstellung der Centralspindelbildung drückt ungefähr das aus, was auch ich aus den von mir gesehenen Bildern entnommen habe. Sie findet übrigens neuerdings auch die Zustimmung Boveri's, der von den in Theilung begriffenen Eiern von Opisthobranchiern (nach Beobachtungen von Farland) angiebt, dass die Centralspindel sich dort nicht aus einer ursprünglichen Verknüpfung der beiden Centrosomen, sondern erst sekundär durch Vereinigung zweier ganz getrennter Radiensysteme entsteht.

Nach der Theilung der Centrosomen rücken sie aus einander; die Centralspindel, welche vorher vorhanden zu sein schien, geht verloren und man findet jetzt neben dem Keimbläschen zwei schon ziemlich weit von einander entfernte Strahlungen, deren Radien sich nicht mehr berühren (Fig. 81, Taf. XXX, Fig. 74, Taf. XXIX). Schließlich begeben sie sich an zwei entgegengesetzte Pole des Keimbläschens und stellen nunmehr die Polstrahlungen der Spindel dar (Fig. 79, 85, 86, Taf. XXX). Auffallend ist hierbei, dass die Centren der Strahlungen zuweilen sehr dicht der Membran des Keimbläschens anliegen (Fig. 75, 79, 86), während sie in anderen Fällen eine kurze Strecke davon entfernt sind (Fig. 74, 77, Taf. XXIX, Fig. 81, 85, Taf. XXX). Ich fand diesen Unterschied, der übrigens alle Übergänge zulässt, wie schon Fig. 74 zeigt, bei Eiern ein und desselben Individuums. Dieses Verhalten würde der weiteren Spindelbildung wegen von Interesse sein, doch scheinen sich späterhin immer die Centrosomen wieder an die Kernmembran anzulegen, so dass allem Anschein nach die Anfangs zwischen dieser und ihnen vorhandenen Strahlen (Fig. 81, 85) wieder schwinden und bei der Ausbildung der Spindel nicht verwendet werden. Wenn es zu dieser kommt, fand ich die Strahlungen dicht am Kern liegend und da

diese Lagerung fernerhin beibehalten wird, so ist die Folge davon, dass die Spindelfasern aus dem Kern hervorgehen müssen.

Ich verließ die chromatische Substanz des Keimbläschens auf einem Stadium, in welchem die vier gespaltenen, stäbchenförmigen Chromosomen unregelmäßig im Kernraum vertheilt lagen (Fig. 85 und 86). Mit dem Beginn der Spindelbildung ziehen sie sich in die Mitte des Kernes zurück und es kommt jetzt zur Bildung der Äquatorialplatte. Hier würde es nun nach der Beschaffenheit der Chromosomen fast selbstverständlich erscheinen, dass diese sich entsprechend der an ihnen bereits vorhandenen Längsspaltung anordnen und dass bei der sodann erfolgenden Bildung der Tochterplatten diese sich aus den vier Chromosomenhälften zusammensetzten. Das ist jedoch nicht der Fall, sondern die Bildung der Äquatorialplatte erfolgt in einer davon ganz abweichenden Weise.

Die Verlagerung der Chromosomen nach der Mitte des Keimbläschens hat im Stadium der Fig. 87 bereits stattgefunden, doch liegen sie noch ziemlich weit von einander entfernt und in keiner bestimmten Ordnung. Die Spindelfasern treten hervor und zwar besonders in der Nähe der Pole. Hier beginnt die Kernmembran undeutlich zu werden, während sie im Übrigen noch wohl erhalten ist. Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass die Spindelfasern aus der im Keimbläschen enthaltenen kaum färbbaren Substanz hervorgehen. In dem genannten und auch in einem etwas späteren Stadium sieht man das früher besprochene intermediäre Gerüstwerk des Kernes noch zwischen den Spindelfasern liegen (Fig. 87, 88); mit der weiteren Ausbildung der Spindel schwindet es jedoch. Ob es zur Vervollständigung der starken Spindelfasern verwendet wird oder ob es sich thatsächlich zum Theil nur um den durch die Reagentienwirkung veränderten Kernsaft handelte, der sich bei der weiteren Ausbildung der Spindel im umgebenden Zellplasma vertheilte und desshalb in den späteren Stadien nicht mehr zum Ausdruck kommt, lasse ich unentschieden. Thatsächlich hat die fertige Spindel einen bedeutend geringeren Umfang als das Keimbläschen und da dieses sich mit achromatischer Substanz erfüllt zeigte, so ist ein Übertritt derselben in den Zellleib recht wahrscheinlich.

Die Spindel befindet sich auf den in Fig. 87 abgebildeten und auch noch auf etwas späterem Stadium mit Ausnahme der Polfelder vollständig im Kern. Die intranucleoläre Entstehung der Spindelfasern liegt also hier besonders klar vor Augen (Fig. 87, 88), da die Kernmembran verhältnismäßig lange erhalten bleibt und das Keimbläschen gewissermaßen in seinem ganzen Umfang in die Spindel übergeht. Ähnliches ist auch für andere Formen beschrieben worden, z. B. von O. Hertwig und

Fol für die Entstehung der ersten Richtungsspindel bei *Phyllirhoë* und *Pterotrachea*, von Boveri für denselben Vorgang beim Pferdespulwurm, von Weismann und Ishikawa sowie Brauer für die Richtungsspindel von *Artemia*, von Brauer für die Spermatocyten von *Ascaris megalocephala*, von Rückert für die Richtungsspindel der Copepodeneier. Die letzteren zeigen eine besonders große Übereinstimmung mit den Verhältnissen bei *Ophryotrocha*, indem auch bei ihnen die Kernmembran lange erhalten und dadurch die Form des Keimbläschens trotz der schon in seinem Inneren vorgebildeten Spindel längere Zeit gewahrt bleibt.

Das lange Erhaltenbleiben der Kernmembran erinnert sehr an die bei der indirekten Kerntheilung der Protozoen obwaltenden Verhältnisse. Die schöne Untersuchung Schewiakoff's über die Kerntheilung bei *Euglypha* zeigt die Kernmembran, welche die Spindel umschließt, bis ans Ende der Theilung erhalten. Dasselbe ist bei *Arcella* der Fall, deren Kerntheilung nach Gruber's Beobachtung mit derjenigen von *Euglypha* ganz übereinstimmt. Auch bei *Actinosphaerium* geht nach R. Hertwig die Membran direkt auf die Tochterkerne über, welche Beobachtung neuerdings von Brauer bestätigt wurde. Mit diesen Bildern stimmt auch die von Schaudinn für die Theilung der Amöbenkerne gegebene Darstellung überein, nach der ebenfalls die Spindel innerhalb des Kernraumes gebildet wird. Das Gleiche gilt für die von Ishikawa untersuchten Kerntheilungsvorgänge der *Noctiluca* und entsprechend sind wohl auch Rompel's Befunde an *Kentrochona* zu deuten. Jedenfalls liegen die Verhältnisse bei den Infusorien ähnlich wie bei den übrigen Protozoen, denn auch die Spindelbildung der Micronuclei bei den Ciliaten verläuft so, dass in den etwas gestreckten Kernen die Spindelfasern auftreten und die Spindel bei erhaltener Kernmembran zur Ausbildung gelangt, wie man dies z. B. aus R. Hertwig's Darstellung deutlich entnehmen kann. Somit liegen also die Verhältnisse bei den Protozoen ganz ähnlich, wie sie sich oben für das Keimbläschen von *Ophryotrocha* und anderer Metazoen ergaben.

Es ist in den letzten Jahren viel über den Ursprung der Spindelfasern geschrieben worden und man hat sich gefragt, ob sie dem Kern oder dem Zellplasma entstammen. Bei den verschiedenen Zellen der Metazoen haben sie beiderlei Ursprung; im einen Falle kommen sie aus dem Kern, im anderen aus dem Protoplasma, in manchen Fällen kann auch beides zugleich der Fall sein. Neuerdings hat man diese Differenzen vom Standpunkt einer phylogenetischen Betrachtungsweise zu erklären gesucht. Ich sehe dabei von Heidenhain's Ausführungen ab, welche auf eine Herleitung der Centralspindel von der Nebenkernspindel ausgehen, sondern halte mich an diejenigen, welche die verschiedenen Formen

des Verlaufs der Karyokinese in Vergleich bringen. Es hat sich dabei das Resultat ergeben, dass die Formen der Kerntheilung, bei denen die Spindel im Kernraum, d. h. bei erhaltener Kernmembran gebildet wird, die abgeleiteten, »caenogenetisch veränderten« sind und dass die Entstehung der Spindelfasern außerhalb des Kernes bei frühzeitigem Schwinden der Membran desselben den ursprünglichen Zustand darstellt (Drüner, Braus). Obwohl dabei auch auf die Kerne der Protozoen Rücksicht genommen wurde, so scheint mir doch auf ihr Verhalten ein zu geringes Gewicht gelegt worden zu sein. Da wir die Karyokinese bei den niedersten Protozoen (*Rhizopoden* speciell *Amöben*) auftreten sehen und da wir sie in verschiedenen Abtheilungen der Einzelligen in übereinstimmender Weise so verlaufen sehen, dass sich die Spindel im Kernraum bildet, so wird man dieser Art der Spindelbildung den Werth einer größeren Ursprünglichkeit zuzubilligen haben. Will man überhaupt eine phylogenetische Betrachtungsweise bei diesen im Ganzen noch recht wenig bekannten Dingen walten lassen, so wird man schon denjenigen Verlauf der Vorgänge, wie er sich bei seinem ersten Auftreten d. h. bei den Protozoen darstellt, für den ursprünglichen und das davon abweichende Verhalten der Metazoenzellen für das abgeleitete anzusehen haben. Dem entsprechend müsste man dann also die Bildung der Spindeln außerhalb des Kernraumes für eine sekundäre halten. Der auch bei der Theilung der Protozoenkerne stattfindenden Vergrößerung derselben, welche wahrscheinlich auf ein Eindringen von Zellplasma in den Kern zurückzuführen ist, kann ich dabei keinen so großen Werth beilegen, da man annehmen muss, dass die vom Kern aus dem Zellplasma in den Kern aufgenommene Substanz von ihm assimilirt, d. h. seiner eigenen Masse gleich gemacht und beigefügt wird. Eine derartige Aufnahme von Zellsubstanz in den Kern findet jedenfalls öfters im Leben der Zelle statt und man muss diese Substanzen zumal dann, wenn sie wie bei der Theilung vom Kern verarbeitet und umgestaltet werden, als dem Kern zugehörig betrachten.

Vielleicht wird man gerade bei den Keimzellen noch ursprüngliche Verhältnisse erwarten und die vielfach bei ihnen angetroffene Spindelbildung im Kernraum so deuten dürfen. Jedenfalls ist die Übereinstimmung der Spindelbildung bei ihnen und den Protozoenkernen auffallend. Zu verkennen ist dabei allerdings nicht, dass die Kerne der Eizellen wohl vielfach durch den großen Umfang der letzteren und die in ihnen stattgefundene Aufspeicherung von Nährsubstanz beeinflusst und in ihrem Bau verändert worden sind, denn die nach der genannten Richtung fortschreitende Ausbildung der Zelle wird auch für den Kern neue Funktionen mit sich gebracht haben. Immerhin findet man aber

auch in der Struktur der Eikerne eine Übereinstimmung mit derjenigen der Protozoenkerne. So machte schon früher Boveri (1887 p. 14) darauf aufmerksam, dass sich das Keimbläschen der von ihm untersuchten Nematodeneier durch die außerordentliche Mächtigkeit einer vom Chromatin unabhängigen achromatischen Kernsubstanz von den typischen Metazoenkernen sehr beträchtlich unterscheide und eher an die Kerne der Protozoen erinnere. Die Chromatinarmuth der Keimbläschen und ihr reicher Gehalt an achromatischer Substanz gilt bekanntlich für die thierischen Eier im Allgemeinen. Dass bei der übereinstimmenden Struktur der Kerne auch ihre Theilungsvorgänge sich in ähnlicher Weise abspielen, erscheint sehr naheliegend.

Nach dieser Abschweifung kehre ich zur Schilderung der Spindelbildung zurück. Anfangs noch vollständig im Keimbläschen gelegen und in Folge dessen die Gestalt des letzteren zeigend, erscheint die Spindel in einem etwas späteren Stadium tonnenförmig (Fig. 88), obwohl auch jetzt die Membran des Keimbläschens noch vorhanden ist. Übrigens tritt dieselbe nicht mehr so scharf hervor wie in früheren Stadien und sie ist fast von einer von Pol zu Pol verlaufenden Spindelfaser nicht zu unterscheiden, zumal die Spindelfasern sehr stark sind.

Von jetzt an nähert sich die Spindel immer mehr ihrer endgültigen Gestaltung. Aus der plumpen, tonnenförmigen geht sie in eine schlankere Gestalt über (Fig. 88 und 89), ja sie wird sogar später ganz besonders schlank und gestreckt, wie dies durch die Übergänge der Fig. 90 und 91 bis zum fertigen Zustand der Spindel (Fig. 93, Taf. XXX, Fig. 104, Taf. XXXI) zu verfolgen ist. Im Verhältnis zur Größe des Eies ist sie außerordentlich umfangreich und dies sowie ihre Lage inmitten des Eies (Fig. 93) ruft zunächst den Eindruck hervor, als ob die durch sie veranlasste Zelltheilung zu einer Zertheilung des Eies in zwei gleiche Abschnitte führen sollte. Man möchte an eine Reminiscenz an frühere Zeiten glauben, als der Vorgang, welchen wir jetzt in der Form der Richtungskörperbildung kennen, thatsächlich noch zur Bildung von Zellen gleichen Umfangs führte. Eine solche Vermuthung liegt um so mehr nahe, als wir die geschilderte Größe und Lage der ersten Richtungsspindel auch bei anderen Formen antreffen. So findet sich z. B. bei verschiedenen *Hirudineen* und *Nematoden* inmitten des Eies eine große schlanke Spindel, die später an die Peripherie rückt (Bütschli, O. Hertwig). Das Gleiche ist bei Phyllirhoë und Pterotrachea der Fall (O. Hertwig, Fol). Eine äußerst umfangreiche Richtungsspindel weisen die Eier von *Echinorhynchus* auf, in denen sie einen beträchtlichen Theil des ganzen Eies einnimmt (Hamann). Sehr bemerkenswerth ist nach dieser Richtung auch die Darstellung E. L. Mark's

für *Limax campestris*, der bei dieser Form eine große, ebenfalls in der Mitte des Eies gelegene Richtungsspindel auffand, deren umfangreiche Polstrahlungen ähnlich, wie bei *Ophryotrocha* fast bis an die Eiperipherie reichen. Auch wenn die Spindel an die Peripherie rückt, behält sie zunächst ihren Umfang bei, so wie dies auch bei *Ophryotrocha* der Fall ist (Fig. 94). Merkwürdig ist es, dass auch die zweite Richtungsspindel eine fast centrale Lage und bedeutende Größe besitzt. Wenn man jener oben ausgesprochenen Auffassung huldigt, so würden also hier beide Richtungsspindeln einen sehr ursprünglichen Charakter zeigen. Die Richtungskörper selbst stimmen übrigens bei *Limax* mit diesem Verhalten überein, indem sie sehr groß und ihre Kerne von einem ansehnlichen Protoplasmaleib umgeben sind. Sie geben sich dadurch sofort als echte Zellen zu erkennen, was sonst weniger deutlich der Fall zu sein pflegt. Übrigens treten Kern und Zellplasma auch an den Richtungskörpern von *Ophryotrocha* sehr klar hervor (Fig. 115—119, Taf. XXXI). Nach den neueren Untersuchungen von Sobotta über die Reifung und Befruchtung des Eies der Maus verhält es sich bei diesem Säugethier ebenfalls so. Hier sind die Kerne der Richtungszellen sogar ganz besonders deutlich und deren Umfang ist im Vergleich zum Ei ein ungewöhnlich großer. Sie übertreffen die Gewebszellen an Größe, was Sobotta veranlasst, sie direkt als »reife Geschlechtszellen mit reducirter Chromosomenzahl« anzusprechen. Er hält es nicht für ausgeschlossen, dass unter Umständen auch ein Richtungskörper befruchtet wird, obwohl er das nicht beobachtet hat. Theoretisch lässt sich dagegen nichts einwenden und thatsächlich hat Platner bei *Arion empiricorum* das Eindringen von Spermatozoen in die Richtungskörper beobachtet. Als den Eiern ähnliche Zellen geben sich dieselben auch dadurch zu erkennen, dass sie von einer Hülle wie das Ei selbst umgeben sein können. Dies ist z. B. bei *Amphorina coerulea* nach Trinchese der Fall. Wie die Eihaut entsteht diese Hülle durch Differenzirung der äußeren Plasmaschicht und ist daher als Dotterhaut anzusprechen.

Da die Richtungsspindel in der Mehrzahl der Fälle, ganz abgesehen von denjenigen Formen, bei denen sie in Folge ihrer Größe und centralen Lage im Ei mehr einer Furchungsspindel gleicht, Anfangs länger ist und erst später eine Verkürzung erfährt, so spricht dies dafür, dass ihre Kürze und der damit verbundene Zerfall des Eies in ungleiche Theilstücke eine sekundäre Erscheinung ist und dass früher derselbe Vorgang jedenfalls eine Zertheilung des Eies in gleichwerthigere Stücke herbeiführte.

Die ausgebildete, inmitten des Eies gelegene Richtungsspindel von *Ophryotrocha* zeigt eine eigenthümliche Anordnung des Chromatins. Man

erkennt vier dicht an einander gedrängte, längliche Chromatinkörner, welche die Äquatorialplatte darstellen (Fig. 92). Die letztere kommt folgendermaßen zu Stande. Die vier längsgespaltenen Chromosomen verlagerten sich, nachdem sie, wie schon früher erwähnt, unregelmäßig im Keimbläschen vertheilt waren (Fig. 85, 86) gegen die Mitte des letzteren (Fig. 87). Hier findet man sie dann in verschiedenen Stellungen. Zuweilen sind sie bereits ziemlich nahe an einander gelagert, ohne dass noch eine bestimmte Ordnung zu erkennen wäre. In anderen Spindeln scheint es jedoch fast, als ob je zwei der gespaltenen Stäbchen die Neigung hätten, sich an einander zu legen, wenigstens findet man gelegentlich so, wie es die Fig. 88 zeigt, die Stäbchen zu zwei Paaren geordnet. Eine ganz regelmäßige und der endgültigen Anordnung entsprechende Lagerung ist dies freilich noch nicht, denn zwei der Stäbchen stoßen nicht mit den Enden an einander, sondern das eine liegt mit dem einen Ende ungefähr der Mitte des anderen an. Eine leichte Verschiebung würde allerdings genügen, um ihm die Stellung zu geben, wie sie die anderen beiden Stäbchen zeigen. Diese liegen mit dem Ende an einander, welche Stellung der endgültigen Lage ungefähr entsprechen würde.

Indem ich an die Vierergruppen anderer Formen dachte, war ich anzunehmen geneigt, dass eine Vereinigung wie die geschilderte die Regel sei, doch konnte ich das nicht finden, sondern ich beobachtete Spindeln auf einem späteren Stadium, bei denen eine solche Anordnung der Stäbchen nicht eingetreten war. So sieht man in Fig. 89 zwei der Stäbchen allerdings an einander liegen, aber nicht hinter einander, sondern fast parallel, die anderen beiden sind jedoch noch weit von einander getrennt. An den letzteren ist die Spaltung deutlich, während sie an den beiden anderen Stäbchen wohl in Folge ihrer Lagerung nicht zu bemerken ist.

Die Ausbildung der Spindel vollzieht sich außerordentlich rasch, denn in der großen Anzahl von Würmern, die ich darauf untersuchte, und von denen ich nach der Beschaffenheit der Eier annehmen konnte, dass sie sich in dem gesuchten Stadium befinden möchten, fand ich die Eier doch nur selten auf der richtigen Ausbildungsstufe. Zumeist zeigen sie das Keimbläschen mit dem Kernfaden oder die bereits fertige Richtungsspindel. So traf ich das in Fig. 90 gegebene Bild nur ein einziges Mal an, und darf auch desshalb kein zu großes Gewicht auf dasselbe legen, weil das betreffende Ei gedrückt war und es nicht ausgeschlossen schien, dass die vorher bereits parallel gelagerten Stäbchenpaare dadurch aus einander gedrängt worden waren. Hier sieht man nun thatsächlich je zwei Stäbchen an einander stoßen, so

dass zwei Paare vorhanden sind, doch konnte ich, wie gesagt, nicht feststellen, dass dieses Verhalten der Regel entspräche.

Mit der endgültigen Anordnung der Chromosomen findet gleichzeitig auch noch eine weitere Verkürzung derselben statt. Sie werden dadurch plumper und erscheinen nunmehr wie vier längliche Körner (Fig. 91, 92, 93). In Verbindung damit ist auch die Längsspaltung geschwunden. Sie lässt sich an den Chromosomen der fertigen Spindel nie mehr erkennen. Diese sind übrigens jetzt so dicht an einander gedrängt, dass sie zusammen den Eindruck eines einzigen viertheiligen Chromosomas hervorbringen (Fig. 91—94). Sie sind sogar noch dichter zusammengelagert als die einzelnen Partien eines viertheiligen Chromosomas von *Ascaris megalocephala*, wie man aus einer Vergleichung mit den von van Beneden und Boveri gegebenen Abbildungen erkennt. Ein helles Kreuz bezeichnet allein noch die Trennungslinien der vier Chromosomen (Fig. 91 und 92, Taf. XXX, Fig. 104, Taf. XXXI). Es lag also zum mindesten nahe, dass ich dieser Richtungsspindel, als ich sie zuerst kennen lernte, denselben Charakter wie derjenigen von *Ascaris megalocephala univalens* zuschrieb, d. h. dass ich das Vorhandensein nur e i n e s viertheiligen Chromosomas annahm. Dies stellt sich nunmehr als ein Irrthum heraus, doch wird derselbe dadurch noch verzeihlicher, dass auch der in Abschnürung begriffene und der abgeschnürte erste Richtungskörper nur zwei Chromatinkörner enthalten kann, ganz so wie bei *Ascaris megalocephala univalens* (Fig. 101, Taf. XXX, Fig. 143, Taf. XXXII). Davon wird weiter unten noch die Rede sein.

Die Umbildung, welche das Chromatin der ersten Richtungsspindel weiterhin erfährt, könnte die Vermuthung aufkommen lassen, dass die Äquatorialplatte sich nicht nur aus den vier Chromatinkörnern zusammensetze. Um in dieser Beziehung von vorn herein jeden Zweifel auszuschließen, gebe ich eine Ansicht der Spindel, wie man sie erhält, wenn die Schnitte senkrecht zur Spindelachse durch das Ei geführt wurden. Die Polansicht zeigt zwei Chromatinkörner, umgeben von einem ziemlich homogenen Plasmahof, welcher dem Raum zwischen dem Spindelmantel entspricht (Fig. 91 *b*). Derartige Bilder bekommt man an Schnitten oft zu Gesicht.

Wie die erste Richtungsspindel von *Ophryotrocha* bezüglich ihres Chromatins eigenartige Verhältnisse aufweist, so ist dies auch in Betreff ihrer achromatischen Bestandtheile der Fall. Wir sahen die Spindel im Inneren des Keimbläschens sich anlegen, und zunächst dessen ganzen Innenraum einnehmen (Fig. 87 und 88). Man muss annehmen, dass die Fasern sich an die Chromosomen ansetzen und deren

vorher besprochene Lageveränderungen veranlassen. In Verbindung damit erfolgt jene ebenfalls schon besprochene Umgestaltung der Spindel, welche aus der Tonnenform in die gestreckte Gestalt übergeht (Fig. 88 bis 92). Die viertheilige Chromatinmasse liegt jetzt inmitten der Spindel. Von ihr ziehen zwei Faserpaare nach dem oberen und zwei ebensolche nach dem unteren Pole hin, so dass, so viel ich sehen kann, an jedes Chromosoma ein Paar zuweilen eng an einander liegender, zuweilen mehr von einander abstehender Fasern sich ansetzt (Fig. 92, Taf. XXX). Außerdem sind aber noch Fasern vorhanden, welche außerhalb, d. h. in der Umgebung der Chromosomen von Pol zu Pol ziehen. In jüngeren Spindeln sah ich drei solcher Mantelfasern an jeder Seite (Fig. 90 und 91), doch sieht man außerdem noch höher oder tiefer gelegene Fasern. Bei älteren Spindeln zählt man zwei starke Fasern jederseits, doch sind dies offenbar ebenfalls Faserpaare, wenigstens sieht man die innere Faser zumeist in zwei eng an einander liegende Fasern gespalten. Wie dieses innere Mantelfaserpaar und die starken äußeren Mantelfasern sich zu den in den früheren Stadien erwähnten Fasern verhalten, habe ich nicht untersucht. Überhaupt schenkte ich, wie schon oben erwähnt, den achromatischen Strukturen hauptsächlich aus dem Grunde keine besondere Aufmerksamkeit, weil ich nicht in der Lage war, dafür besonders geeignete Konservirungsmethoden anzuwenden.

Bei der Theilung des neben dem Keimbläschen gelegenen Centrosomas wurde vom Vorhandensein einer Art von Centralspindel gesprochen (Fig. 77, Taf. XXIX). Dieses Gebilde hat jedoch nicht dieselbe Bedeutung wie bei anderen Zellen, sondern geht schon bald beim Auseinanderrücken der Centrosomen verloren, da diese sich am Umfang des erhalten bleibenden Keimbläschens weit von einander entfernen (Fig. 74, 81, 86). Eine Centralspindel ist also in der ausgebildeten Richtungsspindel nicht vorhanden, sondern die Chromosomen liegen vielmehr gerade inmitten der Spindel, wo sie dicht zusammengedrängt die Äquatorialplatte bilden. Dem entsprechend werden die Fasern, welche die Pole mit den Chromosomen verbinden, in der Mitte der Spindel gefunden, während die von Pol zu Pol ziehenden Fasern deren Mantel bilden (Fig. 91, 92).

Ein derartiger Bau der Spindel ist auch von anderen Formen bekannt, so liegen z. B. bei der ersten Richtungsspindel des Pferdespulwurms die Chromosomen inmitten der Spindel, und der Mantel derselben wird aus den von Pol zu Pol verlaufenden Fasern gebildet, wie man aus Boveri's Darstellung entnehmen kann. Ein ähnliches Verhalten schildert Braus neuerdings sehr eingehend von den Zellen der

einschichtigen Tritonblastula. Bei ihnen stellt sich der Bau des ausgebildeten Monasters als eine Spindel mit einem Central- und Manteltheil dar. »Das Centrum nehmen die Chromosomen mit ihren Bändchen und Fäserchen, den Mantel die Pol mit Pol verbindenden Fasern ein. Gerade umgekehrt, wie bei den uns bekannten Spindeln (der älteren Triton-Blastulae und Gastrulae, sowie des Salamanderhodens), sind also die Polverbindungen, dort Centralspindelfasern, zu Mantelfasern, die Zugfasern, dort Mantelfasern, zu Centralfasern geworden« (BRAUS, 1895, p. 473). Bei *Ophryotrocha* liegt dieses Verhalten in Folge der dichten Zusammendrängung der Chromosomen und der starken Ausbildung der Spindelfasern besonders klar. Man trifft auf den Schnitten ziemlich oft Spindeln an, welche nur Mantelfasern zeigen, da die Chromosomen erst im nächsten Schnitt enthalten sind (Fig. 91 *a*). Die Spindel scheint somit nur aus achromatischer Substanz zu bestehen. Im nächsten Schnitt folgt dann der übrige Theil der Spindel, welcher die Chromosomen enthält. Während ich sonst, auch bei Spindeln, deren Fasern und Chromosomen vorzüglich erhalten waren, an den Polen der Spindeln die schon früher erwähnte körnige Plasmamasse oder ein helleres kugeliges Gebilde von einem dunklen Hof umgeben fand, sah ich in der unteren Polstrahlung der abgebildeten Spindel (Fig. 91 *a*) eine feinkörnige dunkle Plasmamasse, und in ihr zwei dicht an einander liegende runde Gebilde. Hier an ein Archoplasma und das in ihm enthaltene, bereits getheilte Centrosoma zu denken, liegt jedenfalls außerordentlich nahe und doch machen die an anderen Spindeln auftretenden Verhältnisse diese Annahme wieder zweifelhaft, da auch der ganze Plasmahof einheitlich und ziemlich scharf begrenzt erscheinen kann. Sieht man das Ganze als Centrosoma an, so muss man die Innenkörper für die in ihnen gelegenen Centralkörner oder Centralbläschen halten, wie sie z. B. HÄCKER in den Wintereiern von *Sida* auffand. Ähnliche Bilder begegneten mir auch bei anderen Richtungsspindeln und Entsprechendes werde ich auch für die erste Furchungsspindel mitzutheilen haben. Um jedoch bei dem einen bestimmten Falle zu bleiben, so sieht man in der oberen Polstrahlung der betreffenden Spindel (Fig. 91 *a*) drei rundliche Gebilde gelegen und es ist schwer zu sagen, ob sie von derselben Natur wie jene beiden sind, oder ob nur zufälligerweise eine Vacuole hinzutrat.

3. Die Bildung der Richtungskörper.

Auf dem zuletzt geschilderten Stadium der langgestreckten, central gelegenen Richtungsspindel erfolgt die Ablage der Eier. Die weiteren Vorgänge der Eireifung spielen sich also außerhalb des mütterlichen Körpers ab. Selten nur kommt es vor, dass die Richtungsspindel schon

innerhalb des mütterlichen Körpers ihre centrale Lage aufgiebt und sich verkürzt. Fälle, in denen abnormerweise eine weitere Entwicklung im Mutterthier stattfindet, werden weiter unten noch besprochen werden.

Die Abschnürung der Richtungskörper wird dadurch eingeleitet, dass die inmitten des Eies gelegene Spindel an dessen Rand tritt, wobei sie zunächst ihre ganze Länge beibehält (Fig. 93 u. 94, Taf. XXX). Die Radien der nunmehr randständigen Polstrahlung, die vorher sehr umfangreich waren, erfahren dabei eine beträchtliche Verkürzung (Fig. 94). Die Spindel selbst behält nicht lange ihre frühere bedeutende Länge bei, sondern verkürzt sich erheblich (Fig. 95—100), wobei ihre schlanke Gestalt allmählich verloren geht und eine plumpe, mehr tonnenförmige Spindel zu Stande kommt.

Mit der Verkürzung der Spindel geht die Theilung der Äquatorialplatte Hand in Hand. Die in Fig. 95 abgebildete Spindel ist schon beträchtlich verkürzt; man sieht, dass die vier Chromatinkörner der Äquatorialplatte zu zwei und zwei aus einander gewichen sind. Dieser letztere Vorgang und die Verkürzung der Spindel zeigen sich in Fig. 96 weiter fortgeschritten. Derartige Bilder sind in großer Anzahl und völliger Klarheit leicht zu erhalten. Sie sind von Wichtigkeit, weil bei der Theilung der Äquatorialplatte, wie man sieht, nicht eine Spaltung der Chromatinkörner, sondern ein Auseinanderweichen vollständiger Chromosomen stattfindet. Auf diesen Punkt muss noch späterhin näher eingegangen werden.

Die aus je zwei Körnern bestehenden Tochterplatten weichen immer weiter aus einander (Fig. 101) und nunmehr beginnt an ihnen ein eigenthümlicher Vorgang. Es tritt nämlich eine Spaltung jedes der vier Chromosomen in zwei Hälften ein (Fig. 97—100).

Man wird sich aus der früheren Darstellung erinnern, dass die vier zur Äquatorialplatte der ersten Richtungsspindel zusammentretenden Stäbchen eine deutliche Längsspaltung zeigten (Fig. 85—90). Diese ging späterhin mit der weiteren Ausbildung der Spindel verloren oder war doch nicht mehr zu erkennen (Fig. 91 u. 92). Es scheint nun, als ob dieselbe Längsspaltung in etwas späteren Stadien, d. h. nach der Bildung der Tochterplatten wieder hervorträte. Jedenfalls bemerkt man zuweilen an den Chromosomen der schon weit von einander entfernten Tochterplatten eine helle Längslinie, welche eine derartige Spaltung andeutet (Fig. 98). Ihrer Lage nach entspricht sie durchaus derjenigen, die an den noch nicht zur Äquatorialplatte vereinigten Chromosomen zu bemerken ist. Vielfach ist auch am schmalen Ende der Chromosomen eine mehr oder weniger tiefe Einkerbung wahrzunehmen (Fig. 97 und 98),

welche ebenfalls die beginnende Längsspaltung derselben anzudeuten scheint. In Fig. 97 bemerkt man dieselbe nur in der oberen Platte, während diejenigen der unteren Platte die Spaltung noch nicht erkennen lassen. In der Spindel Fig. 98 tritt dagegen sowohl die Einkerbung wie auch die Spaltungslinie an allen Chromosomen deutlich hervor. Diese Spindel zeigt sich überhaupt ihrer Lage und Gestaltung nach als weiter ausgebildet. Ihr äußerer Pol ist dem Eirand stark genähert und die Spindelfasern sind sehr verkürzt. In einem weiteren Stadium sieht man dann anstatt zwei in jeder Tochterplatte vier Chromatinkörner gelegen (Fig. 99 und 100), die durch die Spaltung der beiden Chromosomen entstanden. Bei manchen Spindeln sind alle vier Körner deutlich zu erkennen (Fig. 100, 102), während man in anderen nicht mit Sicherheit vier Körner zu zählen vermag (Fig. 99). Nicht immer lässt sich dies dadurch erklären, dass das eine oder andere Korn verdeckt ist, sondern es kann auch damit zusammenhängen, dass die Spaltung nicht ganz gleichzeitig in den beiden Chromosomen einer Tochterplatte auftritt. Eines der beiden Chromosomen kann bereits in zwei Theilstücke zerfallen sein, während bei dem anderen die Spaltung erst angedeutet ist.

Es kommt nicht selten vor, dass in einem Gelege einzelne Eier in der Entwicklung zurückbleiben oder überhaupt nicht zur weiteren Entwicklung gelangen. Während alle übrigen, normal entwickelten Eier sich auf dem gleichen, mehr oder weniger weit fortgeschrittenen Stadium befinden, zeigen solche zurückgebliebene Eier noch immer die langgestreckte erste Richtungsspindel. Die in Fig. 104 *a* abgebildete Spindel entstammt einem Gelege, dessen Eier bereits den ersten Richtungskörper zur Abschnürung bringen (Fig. 103) und ist einem solchen in der Ausbildung zurückgebliebenen Ei entnommen. Dieses Verhalten erscheint mir nicht ohne Interesse, weil es ebenfalls auf die Ableitung der verkürzten Richtungsspindel mit vier Chromatinkörnern in jeder Tochterplatte von der langgestreckten Spindel mit je zwei Chromosomen hinweist. Es muss hierbei erwähnt werden, dass die Spaltung der Chromosomen in einzelnen Fällen überhaupt erst auf einem etwas späteren Stadium eintreten kann, worauf jedoch erst später eingegangen werden soll.

Nachdem sich die Spaltung der Chromosomen vollzogen hat, verläuft die weitere Ausbildung des ersten Richtungskörpers in einer mit den Vorgängen bei anderen Eiern sehr übereinstimmenden Weise. Die äußere Tochterplatte der Richtungsspindel liegt dem Eirand jetzt sehr dicht an (Fig. 102) und an dieser Stelle wölbt sich nunmehr das Eiplasma vor, die äußere Platte tritt in den Plasmahügel ein, womit die

Anlage des ersten Richtungskörpers gebildet ist (Fig. 103, Taf. XXXI). Die beiden Tochterplatten zeigen sehr klar die vier Chromatinkörner. Um jeden Zweifel darüber zu benehmen, der bei den bloßen Seitenansichten der Spindel noch gehegt werden könnte, gebe ich zwei Abbildungen der Tochterplatten in der Polansicht (Fig. 107 und 108). Dieselben entstammen zwei verschiedenen Eiern. Es kann hier nicht dem geringsten Zweifel unterliegen, dass jede Tochterplatte jetzt vier Körner aufweist. Die Polansicht der Spindel in einem früheren Stadium, wenn die Äquatorialplatte noch besteht, zeigt nur zwei Chromosomen (Fig. 91 *b*, Taf. XXX). In den Fig. 107 und 108 erscheinen die Chromosomen besonders umfangreich. Die betreffenden Eier waren mit Sublimat konservirt worden, wobei zuweilen eine Quellung des Chromatins eintritt; so auch in diesem Falle.

Der erste Richtungskörper schnürt sich in der gewöhnlichen Weise vom Ei ab. An der Stelle wo dies geschah, bemerkt man öfters eine Abplattung der Eioberfläche; auch erscheint dieselbe hier höckrig und uneben (Fig. 104—106). Im Richtungskörper sind die vier Körner zunächst noch sehr klar zu erkennen (Fig. 104); später werden sie dadurch undeutlich, dass sie sich eng an einander drängen und wie mit einander verklebt erscheinen (Fig. 105 und 106). Die vier Körner der im Ei zurückbleibenden Tochterplatte waren hingegen auch in diesen Fällen sehr deutlich ausgebildet (Fig. 104—106).

Die Polstrahlung der inneren Platte bleibt in voller Ausbildung bestehen. Auch in den zuletzt geschilderten Stadien der Richtungskörperbildung vermochte ich nicht immer eine Differenzirung im Archoplasma wahrzunehmen. So zeigt dasselbe in den Fig. 97—102 eine feinkörnige Beschaffenheit bei dunkler Färbung, während in den von anderen Gelegen herstammenden Eiern (Fig. 103—106) in dem dunklen Archoplasma ein kreisförmiges, freilich wenig deutlich kontourirtes Gebilde, jedenfalls das Centrosoma, zu bemerken ist. Wiederholt konnte ich auch dessen Theilung beobachten. In den Stadien der beginnenden und eben vollzogenen Abschnürung des ersten Richtungskörpers fand ich es noch einfach (Fig. 103 u. 104), wogegen man es in einem etwas späteren Stadium (Fig. 105) langgezogen und ein wenig eingeschnürt, etwa von Semmelform, findet. Die Theilung vollzieht sich dann, indem beide Hälften aus einander weichen.

Bei solchen Bildern wie den zuletzt besprochenen kann es kaum einem Zweifel unterliegen, dass man in dem hellen kugeligen Gebilde, welches inmitten eines dunklen Plasmahofs und der davon ausgehenden Strahlung liegt, das Centrosoma vor sich hat. Sein Verhalten bei der Theilung bestätigt dies.

Mit der Einschnürung und Theilung des Centrosomas wurde bereits die Bildung des zweiten Richtungskörpers vorbereitet. Die vorher noch erhaltenen und gegen den ersten Richtungskörper zu verlaufenden Verbindungsfasern (Fig. 104) werden allmählich undeutlicher (Fig. 105) und schwinden schließlich (Fig. 106). Die Theilung des Centrosomas ist erfolgt. Beide Centrosomen sind bereits weiter aus einander gerückt und zwischen ihnen spannen sich Fasern wie die einer Centralspindel aus (Fig. 106). Man erkennt aus alledem, dass die Centrosomen und Polstrahlungen bei den Richtungsspindeln von *Ophryotrocha* gut entwickelt sind, was bekanntlich durchaus nicht bei allen Eiern der Fall ist.

Die vier Chromatinkörner lagen bis jetzt ungefähr in einer Ebene. Nunmehr ändern sie ihre Stellung zu einander, indem sie sich paarweise so anordnen, dass diese beiden Paare als Tochterplatten einer paratangential am Eirand liegenden Kernspindel erscheinen. In Folge der früher geschilderten Entstehung der vier Chromatinkörner in den Tochterplatten der ersten Richtungsspindel wäre es wichtig gewesen, festzustellen, welcher Abkunft die paarweise an einander gelagerten Chromosomen der zweiten Richtungsspindel sind. Es ist die Möglichkeit vorhanden, dass die beiden Chromatinkörner ein- und derselben Tochterplatte der zweiten Richtungsspindel früher durch Spaltung eines Chromosomas entstanden, so dass bei der später erfolgenden Theilung der Spindel wiederum wie in der ersten Richtungsspindel vollständige Chromosomen von einander entfernt würden. Andererseits könnten aber auch die in den beiden Tochterplatten einander gegenüber liegenden Chromatinkörner durch Spaltung eines Chromosomas entstanden sein und in diesem Falle würden also bei der Theilung zwei Spalthälften zweier Chromosomen von deren anderen beiden Spalthälften entfernt. Ich werde von diesem Punkt weiter unten nochmals zu sprechen haben und kann hier nur erwähnen, dass es nicht möglich war aus der Stellung der Chromosomenhälften in der ersten Richtungsspindel und ihrem Übergang in die Tochterplatte der zweiten Richtungsspindel etwas Sicheres über ihre Zugehörigkeit zu einander festzustellen.

Wie sich schon aus dem Vorhergehenden ergab, ist die Lage der zweiten Richtungsspindel zunächst eine paratangentiale (Fig. 109). Ob die allem Anschein nach bei der Theilung der Centrosomen angelegte Centralspindel (Fig. 106) erhalten bleibt und die Chromosomen zwischen ihre Fasern hineingedrängt bezw. von den sich an sie ansetzenden Spindelfasern hineingezogen werden, vermag ich nicht zu sagen. Jedenfalls besitzt die zweite Richtungsspindel eben so wenig wie die erste eine eigentliche, d. h. die Mitte einnehmende Centralspindel, sondern auch bei ihr sind central die Chromosomen der Äquatorialplatte

gelagert. Bliebe jene »Centralspindel« also erhalten, so müsste man annehmen, dass ihre von Pol zu Pol ziehenden Fasern aus einander weichen, um die Chromosomen mit ihren »Zugfasern« ins Innere treten zu lassen. Die letzteren würden also zunächst außerhalb der Spindelanlage (Centralspindel) gelegen sein, um dann ins Innere derselben zu gelangen (Fig. 106, 109).

Der Bau der zweiten Richtungsspindel stimmt in den einzelnen Stadien mit der ersten Richtungsspindel sehr überein, wie sich aus den Fig. 109—112 ergiebt. Die Chromosomen liegen auch hier zunächst ziemlich eng an einander. Von ihnen ziehen die Spindelfasern nach den Polen und Mantelfasern, die von Pol zu Pol verlaufen, umgeben ganz ähnlich wie dort den inneren Spindeltheil. Nur ist die Spindel von Anfang an weit kleiner und nimmt stets eine periphere Lage ein. Aus ihrer paratangentialen Lage geht die Spindel bald in eine schräge Stellung über (Fig. 110), wobei sich die aus zwei Chromatinkörnern bestehenden Tochterplatten weiter von einander entfernen. Aus der schrägen wird bald eine radiale Stellung der Spindel (Fig. 111). Ihr äußerer Pol hat sich ziemlich dicht dem Eirand angelegt. Darüber sieht man immer den ersten Richtungskörper gelegen, dessen Chromosomen sich übrigens nicht mehr als solche erkennen lassen, sondern meistens zu einer größeren Chromatinmasse zusammengeschmolzen erscheinen (Fig. 110—112). Bald erfolgt in ganz entsprechender Weise wie bei der Bildung des ersten Richtungskörpers eine Vorwölbung des Protoplasmas, in welche die äußere Tochterplatte der Spindel eintritt (Fig. 112). Die Abtrennung des zweiten Richtungskörpers erfolgt dann unter ähnlichen Erscheinungen wie diejenige des ersten. Das Ei erscheint an dieser Stelle abgeplattet, zuweilen sogar etwas eingedrückt, der Rand ist ebenfalls uneben und höckrig (Fig. 113). Im zweiten Richtungskörper sind noch deutlich die beiden Chromatinkörner zu erkennen, die später in ähnlicher Weise wie im ersten umgestaltet werden. Die im Ei zurückbleibende Tochterplatte zeigt zunächst ebenfalls noch zwei Chromosomen, die jedoch schon die Eigenthümlichkeit besitzen, dass sie sich schwächer färben als früher (Fig. 113). Einen Theil der Kernspindel sieht man noch erhalten, doch gelangt auch dieser bald zur Rückbildung, indem die Spindel- und Verbindungsfasern im Eiplasma verschwinden. Länger erhalten dagegen bleibt die Polstrahlung. Dass sie zunächst bei der noch bestehenden Tochterplatte vorhanden ist (Fig. 113) nimmt nicht Wunder, jedoch fand ich sie ausnahmsweise auch später neben dem bereits gebildeten Eikern noch vor (Fig. 114). Ich kann gleich hier bemerken, dass die Polstrahlung des Eikerns und damit wohl auch sein Centrosoma früher oder später verloren geht. Die Regel ist, dass

die erstere bereits zur Zeit des Übergangs der im Ei verbleibenden Tochterplatte in den ruhenden Eikern schwindet.

Mit dem zuletzt geschilderten Stadium ist die Eireifung vollendet. Der ruhende Eikern wird zunächst dicht unter den Richtungskörpern entsprechend der früheren Lage der Spindel angetroffen, um sich später gegen die Mitte des Eies hin zu begeben. Die Richtungskörper behalten ihre Lage sehr fest bei und dadurch kann man den Eikern auch späterhin, wenn er dem unterdessen zur Ausbildung gelangten Spermakern in der Struktur gleich geworden ist, noch erkennen. Die Richtungskörper selbst sind ihrer Entstehung nach auch späterhin noch von einander zu unterscheiden. Der erste ist immer größer und chromatinreicher als der zweite (Fig. 113 und 114).

4. Die weitere Umbildung der Richtungskörper.

Die Richtungskörper von *Ophryotrocha* sind verhältnismäßig groß, so dass sich ihre Struktur bei der weiteren Ausbildung, welche sie erfahren, besonders gut erkennen lässt. Diese letztere verläuft übrigens bei ihnen in etwas verschiedener Weise und zwar so, dass auch daraus der Charakter der Richtungskörper als rudimentäre Gebilde recht klar hervorgeht. Der einfachste Fall ist der, dass man zwei Richtungskörper, einen kleineren und einen größeren auffindet, die sich als deutliche Zellen mit einem ziemlich umfangreichen Plasmaleib und einem ruhenden Kern zu erkennen geben. Diese Struktur zeigen die Richtungskörper schon bald nach ihrer Entstehung (Fig. 115), wie auch in späteren Furchungsstadien. Die Färbung der Kerne ist eine sehr dunkle; in ihnen tritt ein chromatisches Gerüstwerk auf. Zumeist ist die Struktur der Kerne beider Richtungskörper nicht so gleichartig, wie sich dies aus der Fig. 115 ergiebt, sondern der kleinere Kern erscheint gewöhnlich bedeutend dunkler, der große dagegen heller gefärbt, so dass dadurch im letzteren das Chromatingerüst weit deutlicher zu erkennen ist. In seltenen Fällen fand ich auch den Kern des zweiten Richtungskörpers heller gefärbt und mit einem dadurch sehr deutlich erkennbaren Chromatingerüst versehen (Fig. 118 r_2). Der Kern des ersten Richtungskörpers bildet sich zuweilen in derselben Weise aus, wie sie früher für die Kerne der Furchungszellen von *Ophryotrocha* beschrieben wurde oder wie sie auch bei dem Ei- und Spermakern stattfindet. Es entsteht ein umfangreicher Kernkörper, welcher in einem chromatischen Gerüstwerk des Kernes liegt (Fig. 117 r_1). Man hat es also hier mit echten ruhenden Kernen zu thun. Diese Beschaffenheit zeigen jedoch die Kerne nicht immer, sondern derjenige des ersten Richtungskörpers tritt in sehr verschiedenartiger Struktur auf, was damit zusammenhängt,

dass sich diese Zelle auf mitotischem Wege theilen kann. Sie thut dies zwar nicht regelmäßig, aber doch häufig, so dass man bei vielen Eiern drei, bei anderen jedoch nur zwei Richtungskörper vorfindet. Im letzteren Falle scheint der Kern des ersten Richtungskörpers sich schon sehr bald zu einem ruhenden Kern umzuwandeln. Ich fand vielfach diesen Kern in einem Zustand, welcher zunächst darauf hindeutete, dass man es mit einem aus der Ruhe in die Theilung übergehenden Kern zu thun habe und ich war auch eine Zeit lang geneigt, diese Kerne derartig aufzufassen. Einige von ihnen sind in den Fig. 118—120 abgebildet. Wiederholt fand ich einen knäuelförmig gewundenen Kernfaden (Fig. 120), welchen man zunächst als das der Bildung der Chromosomen vorangehende Stadium betrachten möchte. Ähnliche Bilder können jedoch auch beim Übergang des getheilten Kernes in die Ruhe auftreten, wie bekannt ist und wie ich es auch selbst an den Kernen der Furchungs-Zellen von *Ophryotrocha* beobachten konnte. So geben z. B. die in Fig. 42 (Taf. XXIX) abgebildeten Kerne, welche sich erst vor Kurzem getheilt haben, ein ähnliches Bild.

Das Gleiche gilt für andere Strukturen, welche sich öfters finden und von denen Fig. 118 und 119 zwei charakteristische Formen darstellen. In Fig. 119 zeigt der Kern des ersten Richtungskörpers den Bau eines dichten Knäuels; in Fig. 118 erscheint der weniger stark gewundene Faden höckrig und Fäden eines feineren Gerüstwerks scheinen von ihm auszugehen. Beide Formen könnte man für die Vorbereitungsstadien der Theilung halten und sie mit dem vorher beschriebenen Stadium in der Reihenfolge Fig. 118, 119 und 120 auf einander folgen lassen, doch ist es andererseits gar nicht ausgeschlossen, dass auch diese Kerne den Übergang eines getheilten Kernes in die Ruhe darstellen. Jedenfalls konnte ich auch solche oder ganz ähnlich beschaffene Kerne bei der Furchung beobachten (Fig. 41, 43, 44, Taf. XXIX).

Es hat in den allermeisten Fällen etwas Missliches, aus verhältnismäßig wenigen Bildern den Verlauf eines Vorgangs mit einiger Sicherheit feststellen zu wollen, wozu hinzukommt, dass die Fig. 118—120 von Eiern stammen, welche sich bereits im Übergang vom Vier- zum Achtstadium der Furchung befinden. Es wurde bereits oben erwähnt, dass im Allgemeinen die Kerne der Richtungskörper sich ziemlich rasch zu den ruhenden Kernen umbilden. Fig. 115 und 116 z. B. stammen von Eiern, die sich im Stadium der Befruchtung befinden. Dieses Verhalten ließe sich so auffassen, dass der Kern des ersten Richtungskörpers erst in die Ruhe zurückkehre, um sich dann von Neuem zu einer karyokinetischen Theilung anzuschicken. Eine solche Deutung vermag ich den Vorgängen desshalb nicht zu geben, weil die Zahl der

bei anderen Eiern im ersten Richtungskörper vorgefundenen Chromosomen gegen sie spricht. Ich bin vielmehr geneigt, anzunehmen, dass die Umbildung der Richtungszellkerne sehr verschiedenartig verläuft. Die einen bilden sich schon sehr bald, andere erst später zu ruhenden Kernen um; noch andere nehmen vielleicht einen Anlauf zur Theilung, vollziehen diese jedoch nicht, während sie wieder bei anderen thatsächlich zur Ausführung kommt. Jedenfalls kann man die Richtungskörper der Eier ein- und desselben Geleges in recht verschiedenartiger Ausbildung finden. Die Vorgänge verlaufen also nicht parallel wie dies mit denjenigen an den Eiern selbst der Fall ist. Außerdem ist es Thatsache, dass nicht bei allen Eiern die ersten Richtungskörper sich theilen, sondern wie schon erwähnt, findet man auch in späteren Furchungsstadien Eier mit nur zwei Richtungskörpern. Dieses in verschiedener Hinsicht ungleichartige Verhalten dürfte mit zur Erklärung der oben geschilderten, am Kern sich vollziehenden Strukturveränderungen beitragen.

Nicht selten findet man im ersten Richtungskörper Chromatinelemente von hufeisenförmiger Gestalt, welche denjenigen der Furchungszellkerne sehr ähnlich sind (Fig. 121—124). Ihr weiteres Verhalten macht es zweifellos, dass man es in ihnen mit schleifenförmigen Chromosomen zu thun hat. Die Zahl dieser Kernschleifen mit Sicherheit festzustellen ist desshalb sehr schwierig, weil sie sich meist eng an einander drängen oder auch sonst irgend welche ungünstige Lage haben. So viel ich sehen kann, sind vier Schleifen vorhanden, wie dies auch aus den verschiedenen hier beigegebenen Bildern hervorgeht. Die Lage der Schleifen gegen einander fand ich ziemlich verschiedenartig, was zum Theil auf die verchiedenen Stadien der Karyokinese, zum Theil vielleicht aber auch auf einen nicht völlig normalen Verlauf derselben zurückzuführen ist. In dem in Fig. 121 abgebildeten ersten Richtungskörper zeigen die vier Schleifen noch nicht eine Lage wie sie derjenigen in einer Äquatorialplatte entsprechen; jedoch ist es möglich, dass man ein jüngeres Stadium der Kerntheilung vor sich hat und die definitive Lagerung der Schleifen erst später angenommen wird. Eine Stellung derselben, wie sie in einer bereits zur Theilung vorbereiteten Äquatorialplatte oder besser in den beiden Tochterplatten zu erwarten ist, sieht man die Schleifen in anderen Richtungskörpern annehmen (Fig. 122). Die Schleifen sind paarweise mit der konvexen Seite nach verschiedenen Polen hin gerichtet und zwar entsprechend der Längsachse des Richtungskörpers. Eine Kernmembran ist in diesem wie auch in dem vorherigen Stadium (Fig. 121) nicht vorhanden.

Man findet bei der indirekten Theilung des ersten Richtungskörpers

zuweilen Bilder, die sich mit einem normalen Verlauf der Karyokinese nicht recht vereinigen lassen. Eines von ihnen ist in Fig. 123 wiedergegeben. Man sieht zwei klar ausgeprägte Schleifen wie diejenigen der Fig. 122 gegen die beiden Enden des Richtungskörpers hin gelegen und zwar in einer Stellung, welche der im Stadium der Fig. 122 bereits angedeuteten und nunmehr fortgeschrittenen karyokinetischen Theilung entsprechen könnte. In der Mitte liegt jedoch ein Chromatinkomplex, den ich nicht recht in seine einzelnen Theile auflösen konnte, von dem es mir aber wahrscheinlich ist, dass er sich aus zwei Kernschleifen zusammensetzt. Dieses und andere Bilder weisen durchaus auf einen abnormen Verlauf der Kerntheilung im ersten Richtungskörper hin.

Polstrahlungen und Spindelfasern, die man in solchen Stadien, wie sie in Fig. 121 und 122 dargestellt sind, erwarten sollte, vermochte ich nicht zu erkennen, wohl aber konnte ich in einem anderen Falle wenigstens die Polstrahlungen nachweisen. Es fanden sich vier Chromatinelemente vor, die zu zwei Paaren etwas entfernt von einander lagen (Fig. 124). Sie erschienen dadurch wie die beiden Tochterplatten einer Spindel und dies um so mehr, als an jedem Pol ein kreisrundes helles Gebilde von einem weiten dunklen Hof umgeben lag (Fig. 124). Man hat es hier jedenfalls mit den Centrosomen und Polstrahlungen zu thun. Die Spindel- und Verbindungsfasern waren allerdings in diesem eben so wenig wie in den früheren Fällen erkennbar. — Trotzdem kann es nicht zweifelhaft sein, dass es sich um karyokinetische Theilungen handelt, um so weniger als man den ersten Richtungskörper später getheilt findet und in seinen beiden Theilhälften je zwei Chromosomen vorhanden sind. Einen solchen getheilten ersten Richtungskörper mit zwei Chromatinelementen sieht man in Fig. 126 ($r_{1/2}$) und in Fig. 125 sind neben dem zweiten Richtungskörper (r_2) beide Hälften des ersten vorhanden ($r_{1/2}$). Man erkennt auch in ihnen noch die beiden Chromosomen, obwohl sie bereits, zumal in der einen Hälfte, ihre regelmäßige Gestalt aufzugeben beginnen. Es kehren nämlich auch diese Kerne nach vollzogener Theilung wieder zu der gewöhnlichen Beschaffenheit ruhender Kerne zurück (Fig. 127). Sie weisen dann eine dunkle Färbung auf, und nur schwierig lassen sich darin einzelne Chromatinpartikel erkennen. In der Fig. 127 sind die drei Richtungskörper so bezeichnet, wie man annehmen dürfte, dass sie aus einander hervorgegangen sind. Die Beschaffenheit ihrer Kerne ist dieselbe, wie sie der zweite Richtungskörper von Anfang an zeigt (Fig. 120—126). Er behält bei den Umänderungen, welche der erste Richtungskörper durchmacht, unverändert seine Struktur bei und nimmt, so viel ich beobachtete, niemals einen Anlauf zu einer weiteren Theilung.

Ein Wort der Erläuterung muss noch bezüglich der Form, in welcher die Chromosomen bei der Theilung des ersten Richtungskörpers auftreten, hinzugefügt werden. Während dieselben bei der Richtungskörperbildung selbst die Form von Körnern zeigen, die Anfangs mehr länglich, später von fast kugeliger Gestalt sind (Fig. 95—112), tritt innerhalb des ersten Richtungkörpers eine Schleifenform der Chromosomen auf, ähnlich wie sie in den Furchungs- und Gewebszellen von *Ophryotrocha* angetroffen wird. Diese Erscheinung ist sehr auffallend und sie würde es dann noch um so mehr sein, wenn nicht auch bei der Richtungskörperbildung selbst die Schleifenform der Chromosomen auftreten könnte, wie weiter unten gezeigt werden wird. Ob nun die Eier, in deren erstem Richtungskörper die schleifenförmigen Chromosomen beobachtet wurden, solche waren, bei denen auch die erste und zweite Richtungsspindel diese Eigenthümlichkeit zeigte, lässt sich nicht feststellen, da zur Zeit der Theilung des ersten Richtungskörpers die Eireifung schon vollendet ist. Ausgebildete Chromosomen von Schleifenform oder überhaupt solche, welche durch ihre Anordnung ein Theilungsstadium vermuthen lassen, fand ich nur in Eiern aus zwei Gelegen. Obwohl die Wahrscheinlichkeit nicht groß ist, so wäre es doch nicht ausgeschlossen, dass diese Eier zufällig solche waren, bei denen auch die ersten Richtungsspindeln schleifenförmige Chromosomen aufwiesen. Jedenfalls aber ist die Zahl der Beobachtungen nicht groß genug, um daraus über die Beziehungen der schleifenförmigen Chromosomen innerhalb des ersten Richtungskörpers zu der gewöhnlichen Körnerform Sicheres zu entnehmen. Darüber kann jedoch kein Zweifel sein, dass bei *Ophryotrocha* die Schleifenform der Chromosomen auf die Körnerform folgen kann und umgekehrt. Die gleiche Erscheinung beobachtet man ja übrigens auch bei vielen anderen Thierformen, z. B. bei den Nematoden, Acanthocephalen, Copepoden u. A., wie aus den Untersuchungen von van Beneden, Boveri, Kaiser, Rückert u. A. hervorgeht. Es wird auf diesen Punkt weiter unten, wo es sich um die Schleifenform der Chromosomen bei der Ausstoßung der Richtungskörper handelt, noch näher eingegangen werden. Übrigens scheint selbst innerhalb des ersten Richtungskörpers die Schleifenform nicht immer in gleicher Weise ausgeprägt zu sein; zuweilen findet man sie nur in der Form leicht gebogener Stäbchen (Fig. 124).

Von Wichtigkeit scheint mir die Zahl der Schleifen in dem sich theilenden ersten Richtungskörper zu sein. Sie ist dieselbe wie diejenige in der zweiten Richtungsspindel und zwar verläuft die Theilung völlig in gleicher Weise wie bei der Bildung des zweiten Richtungskörpers: Vier Schleifen sind am Beginn der Theilung vorhanden; sie

ordnen sich zu einer Äquatorialplatte an und weichen dann, ohne eine Spaltung erfahren zu haben, zu zwei und zwei aus einander. Jede Tochterplatte enthält also zwei Chromosomen (Fig. 124), dieselbe Anzahl, welche sich in den Tochterplatten der zweiten Richtungsspindel findet (Fig. 110—112, Taf. XXXI). Jede der beiden, durch die Theilung des ersten Richtungskörpers entstehenden Zellen weist sonach zwei Chromosomen auf (Fig. 125). Eben so viele besitzt der zweite Richtungskörper (Fig. 113) und die gleiche Anzahl ist nach der vollendeten Eireifung im Eikern vorhanden (Fig. 113, Taf. XXXI). Nach vollzogener Ausbildung der Richtungskörper sind somit vier Zellen entstanden, welche das Chromatin in der gleichen reducirten Zahl der Elemente enthalten. Bezüglich ihres Chromatingehaltes haben also die um so viel kleineren Richtungszellen denselben Werth wie die umfangreiche Eizelle. Die Vorgänge sind ganz dieselben wie am Ende der Spermatogenese. Die vorletzte Theilung führt zur Bildung zweier Zellen mit der Normalzahl der Chromosomen und indem diese Zellen sich wieder theilen, ohne dass ihre Kerne in die Ruhe zurückkehren, werden vier Zellen mit der reducirten Chromosomenzahl geliefert. Ein Unterschied der Ei- und Samenreifung ist nur darin vorhanden, dass bei der ersteren drei der Zellen rudimentär geworden sind, während die vierte als Eizelle ihr Volumen so bedeutend vergrößert hat. Diese Auffassung wird also auch durch das Verhalten der chromatischen Elemente bei der Eireifung von *Ophryotrocha* bestätigt.

Das Resultat der Theilung des ersten Richtungskörpers, wie es sich aus dem Vorstehenden ergiebt, macht es wahrscheinlich, dass dieser Vorgang sich so abspielt, wie er oben geschildert wurde, d. h. die Chromosomen gehen jedenfalls, ohne vorher einen ruhenden Kern zu bilden, in die Spindel über. Ich erwähnte früher, dass der Kern des ersten Richtungskörpers vielfach in einem Zustand gefunden wird, welcher darauf hinzudeuten scheint, dass er erst in die Ruhe zurückkehrt und sich dann wieder zur Theilung vorbereitet (Fig. 116 bis 120). Sollte das thatsächlich der Fall sein und würden die vier Kernschleifen ein Folgestadium des Knäuelstadiums darstellen (Fig. 120, 121, 122), so würde der weitere Verlauf der Theilung vielmehr so erwartet werden müssen, dass die vier Schleifen sich spalten und jede Tochterplatte der im ersten Richtungskörper liegenden Spindel vier Chromatinelemente enthält. Dies ist jedoch nicht der Fall und so wird man jene Kernstrukturen nicht als Vorbereitungsstadien der Theilung, sondern als Umbildungsstadien derjenigen Kerne aufzufassen haben, welche nicht zur Theilung gelangen, sondern sich direkt in ruhende Kerne umbilden, so wie dies oben dargestellt wurde.

Findet nun thatsächlich, wie es als wahrscheinlich anzunehmen ist, eine direkte Umlagerung der aus der Tochterplatte der ersten Richtungsspindel hervorgegangenen Chromosomen zur Bildung der Äquatorialplatte der Spindel im ersten Richtungskörper statt, so erscheint die Schleifenform der Chromosomen ganz besonders auffällig. Man kann dann wohl nur annehmen, dass so, wie dies bereits weiter oben angedeutet wurde, die betreffenden Eier schleifenförmige Chromosomen auch in den beiden Richtungsspindeln aufwiesen, denn eine Umwandlung der körnerförmigen Chromosomen in schleifenförmige beim direkten Übergang von einer Spindel in die andere ist jedenfalls wenig wahrscheinlich. Dass bei den Eiern mit schleifenförmigen Chromosomen der Richtungsspindeln deren Gestalt erhalten bleibt und leicht zu der in Fig. 121 und 122 dargestellten Anordnung der Chromosomen führen kann, geht z. B. aus Fig. 134, Taf. XXXI hervor. Übrigens können sich auch die körnerförmigen Chromosomen bis in spätere Stadien erhalten und es mag vielleicht nur vom Zufall abhängen, dass ich sie nicht in einer der Kerntheilung entsprechenden Anordnung fand.

Eine Theilung des ersten Richtungskörpers wurde häufig beobachtet, doch hat man die feineren Vorgänge dabei zumeist nicht festgestellt. Dass die Kerntheilung auf karyokinetischem Wege erfolgt, konnte TRINCHESE schon im Jahre 1880 bei den Eiern von *Opisthobranchiern* nachweisen. Bei *Amphorina coerulea* beobachtete er einen eigenthümlichen Verlauf der Vorgänge, indem die Theilung des ersten Richtungskörpers bereits eingeleitet wird, wenn sein Kern sich kaum erst als Tochterplatte von der ersten Richtungsspindel abgetrennt hat. Da die Spindel außerdem die radiale Stellung der ersten Richtungsspindel beibehalten kann, so sieht man am Eirand und weit über diesen hinausragend zwei langgestreckte Spindeln hinter einander liegen. Das Resultat ihrer Theilung sind zwei kleinere Zellen, die Theilungsprodukte des ersten Richtungskörpers und eine größere, dem Ei dicht anliegende Zelle, der zweite Richtungskörper. Ganz ähnlich verhält sich auch die von TRINCHESE ebenfalls eingehender studirte *Ercolania Siottii*. In diesen Fällen liegt es klar auf der Hand, dass die äußere Tochterplatte der ersten Richtungsspindel sich sofort zur Äquatorialplatte der Spindel im ersten Richtungskörper umgestaltet. Letzteres ist auch bei *Neritina fluviatilis* der Fall, bei welcher Form BLOCHMANN diese Vorgänge ebenfalls schon vor längeren Jahren beobachtete. So viel man aus der Darstellung und besonders aus den Abbildungen der genannten Forscher zu entnehmen vermag, findet auch in den von ihnen beobachteten Fällen eine Reduktion der Chromosomenzahl statt, wie ich sie weiter oben näher beschrieb. Sicheres lässt sich über diesen

Punkt allerdings nicht feststellen, da die Aufmerksamkeit der Beobachter erklärlicher Weise damals noch nicht besonders darauf gerichtet war.

Blochmann giebt an, dass die Theilung des ersten Richtungskörpers nicht regelmäßig stattfindet, sondern zuweilen unterbleibt, so wie ich dies auch bei *Ophryotrocha* beobachtete. Es wurden niemals mehr als drei Richtungskörper bemerkt; der zweite theilt sich also nicht. Dagegen soll nach Trinchese auch das zweite Richtungskörperchen, wenn auch nur selten, in die Theilung eintreten. Er bildet Eier mit vier Richtungskörpern ab. Übrigens sind die bei *Amphorina* und *Ercolania* gebildeten Richtungskörper, wie auch die von *Neritina* recht umfangreich und Kern wie Zellplasma treten an ihnen deutlich hervor. Nach der Theilung kehren die Kerne, wie man aus Trinchese's Darstellung entnimmt, zu der Struktur ruhender Kerne zurück. An den von *Ercolania* gegebenen Abbildungen fällt die hufeisenförmige Gestalt der Chromatinelemente in den Richtungskörpern auf, während die Form derselben in den Richtungsspindeln diejenige länglicher Körner ist. Ich werde dadurch an die bei *Ophryotrocha* beobachteten Vorgänge erinnert, obwohl Trinchese die Schleifenform auf andere Weise, nämlich durch Zusammenlegen zweier körnchen- oder stäbchenförmiger Chromosomen entstehen lässt. Ich vermag natürlich nicht zu sagen, ob hier wirklich eine Übereinstimmung obwaltet, da ich das von Trinchese untersuchte Objekt nicht kenne. Immerhin ist eine Ähnlichkeit unverkennbar, wenn auch Trinchese anzunehmen scheint, dass die Schleifenform der Chromosomen mit der Neubildung des Kerns im Zusammenhang steht.

Die Theilung des ersten Richtungskörpers auf indirektem Wege wurde ebenfalls bei einer Schnecke von Platner beobachtet. Bei *Arion empiricorum* fand er darin in einem Falle eine Spindel mit Äquatorialplatte, in einem anderen Falle die in der Theilung begriffene Spindel. Es wurde schon weiter oben erwähnt, dass Platner bei demselben Objekt das Eindringen von Spermatozoen in einen Richtungskörper beobachtete und dass bei *Amphorina* nach Trinchese's Beobachtung die Richtungskörper so wie die Eier von einer Hülle umgeben sind. Nachdem die von Bütschli und Giard aufgestellte Ansicht der Zellennatur der Richtungskörper schon längst sicher erwiesen ist, wird dadurch auch die besonders durch Mark, Bütschli und Boveri vertretene Auffassung dieser Zellen als abortive Eier zu immer größerer Wahrscheinlichkeit erhoben. Boveri hat nach dieser Hinsicht besonders das Verhalten der Chromosomen betont. Er beobachtete, dass solche Chromosomen, welche eigentlich den Richtungskörpern angehören und

abnormer Weise in das Ei gelangen, sich ganz wie die normalen Chromosomen des Eikerns verhalten und zog daraus den Schluss, dass den Richtungskörpern, um als Eier funktioniren zu können, nichts Anderes fehlt als die genügende Menge von Protoplasma und Protoplasmaprodukten.

In der neuesten Zeit ist auch von SOBOTTA eine Angabe über die mitotische Theilung des ersten Richtungskörpers für das Ei der Maus gemacht worden. Die Zahl der Richtungskörper dieses Thieres soll nach der Aussage des genannten Forschers in so fern eine sehr schwankende sein, als unter Umständen nur ein Richtungskörper gebildet wird. Dieses sehr abweichende Verhalten und die damit verbundenen Vorgänge, welche von SOBOTTA genauer beschrieben worden, gehören nicht in den Kreis meiner Betrachtungen. In der geringeren Zahl der Fälle sollen zwei Richtungskörper gebildet werden und zuweilen kann sich der erste nochmals theilen, so dass dann drei vorhanden sind. Die Theilung ist wie gesagt eine karyokinetische und mir ist dabei SOBOTTA's Angabe von besonderem Interesse, dass die Chromosomen nicht die Form kurzer Stäbchen wie diejenigen der Richtungsspindeln besitzen, sondern vielmehr lange Schleifen darstellen. Es ist entschieden sehr auffällig, dass sich diese Erscheinung, die ich bei *Ophryotrocha* beobachtete, bei der Eireifung der Maus wiederholt und es erhebt sich hier also ebenfalls die Frage, wie die gedrungenen Chromosomen in die lang schleifenförmigen übergehen. Aus SOBOTTA's Darstellung ist über diesen Punkt nichts zu entnehmen, da er nur eine kurze Angabe über das Auftreten der mitotischen Theilung des ersten Richtungskörpers macht. Dagegen hebt er ausdrücklich hervor, dass die Chromosomen der einen gewöhnlich vorhandenen Richtungsspindel niemals Schleifenform haben oder auch nur schleifenähnlich sind. Bei derjenigen Form der Eireifung, bei welcher zwei Richtungskörper gebildet werden, soll die Gestalt der Chromosomen unregelmäßig sein und es kommen sogar T- oder V-förmige vor. Dagegen zeigen sie in der zweiten Richtungsspindel wieder die verkürzte Form der Körner, wie überhaupt diese zweite Spindel in der Gestaltung jener sonst allein vorhandenen einzigen Spindel ganz gleicht. Eine Übereinstimmung der Chromosomenform mit der im ersten Richtungskörper wäre im letzteren Falle also nicht vorhanden, dagegen könnte sie aus SOBOTTA's Schilderung der Chromosomen in der ersten Richtungsspindel immerhin entnommen werden, obwohl zwischen der T- oder V-Form und langen Schleifen, wie sie in der Spindel des ersten Richtungskörpers vorhanden sind, immerhin noch ein Unterschied ist. Es scheint mir nun nicht ohne Bedeutung, dass HOLL in den von ihm aufgefundenen Richtungsspindeln der Maus hufeisen-

förmige Chromosomen beschreibt und mehrfach abbildet, wogegen SOBOTTA allerdings polemisirt. Wenn man annimmt, dass beide Forscher gut konservirte Eier vor sich hatten und die verschiedene Form der Chromosomen nicht etwa nur auf einen ungleich guten Erhaltungszustand der Kerne zurückzuführen ist, was allerdings möglich wäre, so könnte bei der Maus ebenfalls eine differente Form der Chromosomen vorhanden sein, wie ich sie für *Ophryotrocha* festzustellen haben werde. Diese Annahme ist jedenfalls wahrscheinlicher als der direkte Übergang kurzer gedrungener, in lange schleifenförmige Chromosomen, wie er entweder beim Übergang der ersten in die zweite Richtungsspindel oder in die Spindel des ersten Richtungskörpers stattfinden müsste, wobei wie gesagt immer eine gleich gut gelungene Konservirung der von HOLL und SOBOTTA untersuchten Eier vorausgesetzt wird. Übrigens ist selbst zwischen der recht gedrungenen Hufeisenform der Chromosomen, wie sie HOLL zeichnet (Fig. 15, 16, 18, Taf. II) und den von SOBOTTA in der Spindel des ersten Richtungskörpers beobachteten langen Schleifen noch ein ziemlicher Unterschied.

Obwohl derartige an Säugethiereiern gemachte Beobachtungen gewöhnlich nur über einzelne Daten Auskunft zu geben vermögen, schien es mir doch nöthig, sie wegen der Übereinstimmung mit meinen eigenen Befunden an *Ophryotrocha* zum Vergleich heranzuziehen.

5. Über Richtungsspindeln mit schleifenförmigen Chromosomen.

In einer ganzen Anzahl von Fällen fand ich die Bildung der Richtungskörper nicht so verlaufend, wie dies weiter oben geschildert wurde (Fig. 93—113, Taf. XXX und XXXI), sondern der Vorgang gewann dadurch ein wesentlich anderes Ansehen, dass die Chromosomen der Richtungsspindeln die Gestalt hufeisenförmiger Schleifen zeigten (Fig. 128—139, Taf. XXXI und XXXII), während sie in jenem anderen Falle einfache Körner waren. Solche schleifenförmige Chromosomen fand ich in neun Gelegen, und ich muss es einem günstigen Zufall zuschreiben, dass ich die einzelnen Phasen der Richtungskörperbildung auch für diese abweichende Form feststellen konnte.

Das jüngste Stadium der Richtungsspindel mit schleifenförmigen Chromosomen, welches zur Beobachtung gelangte, zeigt bereits acht in zwei Tochtersterne zu je vier vertheilte Chromosomen (Fig. 128—130). Die Hufeisenform ist nicht immer eine völlig gleiche, sondern kann in verschiedenen Eiern in so fern etwas differiren, als sie entweder schlanker oder gedrungener erscheint. Das Erstere ist der Fall bei einem vom Pol gesehenen Dyaster, der in Fig. 131 dargestellt ist

Derartige Bilder bekam ich wiederholt zu Gesicht. Sie müssen dadurch entstanden sein, dass die Schleifen vielleicht durch Druck etwas gegen einander verschoben sind. Im Übrigen zeigt auch diese Spindel die Eigenschaften, welche früher für die gewöhnliche Richtungsspindel von *Ophryotrocha* festgestellt wurden, d. h. die Chromosomen liegen central und die von Pol zu Pol verlaufenden Fasern bilden den Mantel der Spindel, wie dies besonders aus der Fig. 130 hervorgeht. Die Spindeln zeigten einen vorzüglichen Erhaltungszustand im Hinblick auf das Chromatin, wohingegen die achromatischen Strukturen minder deutlich waren. Daher vermag ich auch bei diesen Spindeln nichts Bestimmtes über das Verhalten der Centrosomen anzugeben. Ich finde an beiden Polen der Spindel einen feinkörnigen Plasmahof, in welchem ich gelegentlich ein ziemlich umfangreiches kugeliges Gebilde zu bemerken glaubte, entweder das Centrosoma, oder das Centralkorn, im Falle, dass jene Plasmamasse selbst das Centrosoma darstellt.

Das betreffende Stadium entspricht ungefähr demjenigen der gewöhnlichen Form der Richtungskörperbildung, welches in Fig. 100 und 102, Taf. XXX) abgebildet ist. Die Differenz fällt bei einem Vergleich mit den Fig. 128 und 130 sofort in die Augen. Ein früheres Stadium mit schleifenförmigen Chromosomen habe ich niemals aufgefunden und aus weiter unten zu erörternden Gründen bleibt mir nur die Annahme übrig, dass auch dieses Stadium auf die gewöhnliche Form der Richtungsspindel zurückgeführt werden müsse.

Die weitere Bildung der Richtungskörper verläuft ganz so wie dies auch früher geschildert wurde. Die Spindel rückt an den Eirand, worauf die äußere Tochterplatte in einen sich gleichzeitig erhebenden Hügel des Eiplasmas eintritt (Fig. 132). Der so angelegte erste Richtungskörper kommt bald zur Abschnürung (Fig. 133). Er enthält vier schleifenförmige Chromosomen, die auch in einem späteren Stadium noch vorhanden sind (Fig. 134). Es sei darauf hingewiesen, dass diese vier Schleifen ohne Weiteres in die Äquatorialplatte der Spindel des ersten Richtungskörpers, die ja durch den Besitz schleifenförmiger Chromosomen ausgezeichnet ist, eintreten können (Fig. 121, 122). Im Ei bleiben die vier Schleifen der inneren Platte zurück (Fig. 132, 133). Nach Theilung der Centrosomen und ihrer Strahlungen tritt die zweite Richtungsspindel auf. Dieselbe ist zunächst paratangential gelagert, wie dies auch früher schon beschrieben wurde (Fig. 109, Taf. XXXI). Sie nimmt dann eine schräge Stellung an und richtet sich schließlich unter dem ersten Richtungskörper zu der radialen Stellung auf (Fig. 135, Taf. XXXI, Fig. 136, Taf. XXXII).

Die Lagerung der Chromosomen in der zweiten Richtungsspindel

fand ich in den geschilderten Stadien nicht ganz so, wie man sie hätte erwarten sollen. In Fig. 134 scheint die innere Tochterplatte der ersten Richtungsspindel einfach eine Drehung um 90° erfahren zu haben, ohne dass eine Umlagerung der Schleifen eingetreten ist. Die Äquatorialplatte der zweiten Richtungsspindel steht in Folge dessen mit ihrer Ebene senkrecht zum Eiradius. Die Spindel liegt paratangential. Aus dieser Lage der Chromosomen kann man sich diejenige hervorgegangen denken, wie sie die radial gestellte Spindel der Fig. 136 zeigt. Mit der Drehung der Spindel ist zugleich eine solche der Äquatorialplatte erfolgt, und zwei der Schleifen haben dabei eine Umlagerung erfahren, welche ihrer endgültigen Stellung entspricht. Sie würden sich schließlich zu zwei und zwei über einander anordnen. Damit ließe sich auch die etwas abweichende Lagerung der Schleifen in Übereinstimmung bringen, wie sie in der Spindel Fig. 137 auftritt. Dagegen zeigt die schräg gestellte Spindel Fig. 135 eine andere Lagerung der Chromosomen. Obwohl man hier ein etwas früheres Stadium vor sich hat, liegen die Schleifen nicht in einer diesem frühen Zustand entsprechenden Lage neben einander, sondern sie scheinen ihrer definitiven Stellung bereits näher gekommen zu sein, ohne diese allerdings schon erreicht zu haben. Ich verzichte darauf, weiter auszuführen, wie diese Bilder auf einander zu beziehen sind; auch habe ich nicht peinlich nach den Übergangsstadien gesucht, da es mir nur auf die genaue Bestimmung der Chromosomenzahl und ihre endgültige Vertheilung in der Spindel, nicht aber auf die einzelnen Vorgänge ankam, die sich bei ihrer Umlagerung in der Spindel vollziehen. Wichtiger war mir desshalb eine Polansicht der Äquatorialplatte der zweiten Richtungsspindel, wie sie sich zuweilen darbietet und in Fig. 139 abgebildet ist. Die Vierzahl der Chromosomen geht daraus eben so klar hervor wie aus der früher mitgetheilten Polansicht der Tochterplatte der ersten Richtungsspindel (Fig. 131) und derjenigen von ersten Richtungsspindeln mit körnchenförmigen Chromosomen (Fig. 107 und 108, Taf. XXXI).

Die weitere Ausbildung der zweiten Richtungsspindel besteht darin, dass sich die Kernschleifen zu zwei Paaren über einander anordnen, und zwar in der Weise, dass ihre konvexe Seite nach den Spindelpolen gerichtet ist. Die dadurch gebildeten Tochterplatten der Spindel sind somit in der gleichen Weise entstanden, wie es oben für die Spindeln mit körnchenförmigen Chromosomen festgestellt wurde (Fig. 104—112, Taf. XXXI), und wie es auch von der Bildung der zweiten Richtungsspindel anderer Thierformen bekannt ist. Die Tochterplatten rücken dann aus einander (Fig. 138), wobei sich die äußere Platte dem Eirand stark nähert. Bis zur Abschnürung des zweiten

Richtungskörpers ist dann nur noch ein Schritt. Ich habe dieselbe nicht beobachtet, eben so wenig wie die Umwandlung der im Ei zurückbleibenden schleifenförmigen Chromosomen in das Gerüstwerk des Eikerns, doch ist nach der großen Übereinstimmung der bisher besprochenen mit den früher geschilderten Vorgängen kaum ein Zweifel zu hegen, dass auch diese Erscheinungen in entsprechender Weise ablaufen.

Aus der vorstehenden Darstellung ergiebt sich, dass der Vorgang der Richtungskörperbildung in derselben Weise verläuft, gleichviel ob die Spindeln körner- oder schleifenförmige Chromosomen aufweisen. Dagegen ist nunmehr die Frage aufzuwerfen, wie man das Auftreten der schleifenförmigen Chromosomen zu erklären hat. Hier muss ich zunächst der jedenfalls sehr naheliegenden Vermuthung gedenken, die sich mir selbst sofort aufdrängte, als ich die schleifenförmigen Chromosomen der Richtungsspindeln zuerst sah, nämlich derjenigen, dass eine der beiden Formen durch ungenügende Konservirung der Eier hervorgerufen sei. Es kann sich dabei nur um die körnerförmigen Chromosomen handeln, von denen man annehmen müsste, dass sie durch Aufquellen oder irgend eine andere auf die Reagentienwirkung zurückzuführende Verstümmelung aus den hufeisenförmigen Kernschleifen hervorgegangen seien, denn die umgekehrte Annahme anzunehmen, dass die Hufeisen- aus der Körnerform auf solche Weise entstanden sei, ist jedenfalls von vorn herein auszuschließen. Übrigens erscheint die Hufeisenform schon desshalb als die ursprünglichere, weil sie in den Furchungs-, Gewebs- und Keimzellen der *Ophryotrocha* auftritt, abgesehen davon, dass die Schleifenform der Chromosomen eine bei Weitem größere Verbreitung besitzt als die Körnerform.

Bezüglich der Frage, ob man die beiden Chromosomenformen als normaler Weise vorkommend anzusehen oder eine von beiden und zwar die Könerform als Kunstprodukt zu betrachten habe, habe ich Folgendes anzuführen.

1) Nach meinen Beobachtungen ist die Körnerform der Chromosomen in den Richtungsspindeln die bei Weitem häufigere, die gewöhnlich vorkommende, während die Schleifenform nur verhältnismäßig selten auftritt. Es wurde gezeigt, wie durch Zerfall und Verkürzung des Kernfadens im Keimbläschen zunächst vier schleifenförmige, noch sehr langgestreckte Chromosomen entstehen (Fig. 77 und 78 Taf. XXIX), die sich verkürzen (Fig. 79 und 80 Taf. XXX) und durch immer weiter gehende Verküszung zu den stäbchenförmigen Chromosomen werden (Fig. 81—86), welche schließlich in die Bildung der Äquatorialplatte der ersten Richtungsspindel eingehen (Fig. 87—90) um dort am Ende durch

abermalige Verkürzung die Körnerform anzunehmen (Fig. 91—95). Ich habe nicht den geringsten Grund zu der Annahme, dass diese Schritt vor Schritt fortgeführten Beobachtungen an ungenügend konservirten Präparaten gewonnen seien, um so weniger, als die Herausbildung der stäbchen- bis körnchenförmigen Chromosomen aus dem Gerüstwerk des Keimbläschens sich mit den Beobachtungen anderer Autoren bei ganz verschiedenartigen Thieren deckt.

Wenn die Körnerform der Chromosomen in der Äquatorialplatte und in den aus ihr hervorgegangenen Tochterplatten (Fig. 93—95) nicht als Kunstprodukt anzusehen ist, so wird dies eben so wenig in den späteren Stadien (Fig. 99—112) der Fall sein. Thatsächlich ist der Erhaltungszustand dieser Spindeln theilweise ein so vorzüglicher, dass ich auch bei ihnen keinerlei Grund habe, an eine Verunstaltung der Chromosomen durch Reagentienwirkung zu denken. Diese Richtungsspindeln stehen hinter den besten, welche die Schleifenform zeigen, in keiner Weise zurück. Die achromatischen Strukturen erwiesen sich sogar bei ihnen, die in weit größerer Zahl zur Beobachtung gelangten, oftmals klarer ausgeprägt, was allerdings hier, wo es sich um die Beschaffenheit des Chromatins handelt, vielleicht nicht als Gradmesser des besseren oder minder guten Erhaltungszustandes angegeben werden darf.

In Folge des bei Weitem häufigeren Vorkommens der körnerförmigen Chromosomen bei gleichem Erhaltungszustand der Eier muss diese Form der Chromosomen als eine normale angesehen werden.

2) Die Körner- und Schleifenform der Chromosomen trat bei Anwendung verschiedener Konservirungsmethoden an den Eiern hervor und ein und dieselbe Methode ergab bei ganz gleicher Verwendung sowohl die Körner- wie die Schleifenform.

3) Auch an ungenügend konservirten Eiern, in denen sich die Richtungsspindeln durch Schrumpfung, Quellung u. s. f. verunstaltet zeigen, Präparate, wie man sie erfahrungsgemäß ab und zu erhält, lässt sich die Zugehörigkeit zu der einen oder anderen Form immer noch feststellen. Die Schleifen, obwohl verunstaltet, lassen sich doch als solche nicht verkennen und das Gleiche ist mit den körnerförmigen Chromosomen der Fall.

4) Bei ein- und derselben Konservirungsmethode, sei es Sublimatlösung oder die sich besonders bewährende Pikrinessigsäure, zeigen die Chromosomen der Richtungsspindeln die Körnerform, während diejenigen der in Theilung begriffenen Furchungszellkerne stets schleifenförmige und niemals körnerförmige Chromosomen aufweisen. Ganz dasselbe ist bei den in Theilung befindlichen Gewebs- und Keimzellen der Fall (Fig. 2—33 Taf. XXVIII). Sollte die Körnerform der Chromosomen

in den Richtungsmitosen ein Kunstprodukt sein, so ist nicht einzusehen, wesshalb die Reagentien auf die Mitosen anderer Kerne z. B. der Keimzellkerne nicht in der gleichen Weise einwirken sollten.

5) Anführen möchte ich hier auch die oben eingehender besprochene Erscheinung, dass bei der Theilung des ersten Richtungskörpers schleifenförmige Chromosomen auftreten (Fig. 121—124 Taf. XXXI). Hier ist allerdings die Möglichkeit vorhanden, dass sie auf schleifenförmige Chromosomen der Richtungsspindeln zurückgeführt werden können, aber abgesehen davon, dass die Wahrscheinlichkeit hierfür in Folge des viel selteneren Vorkommens derselben nicht sehr groß ist, muss es auffallend erscheinen, dass Sobotta bei einer Form, deren Richtungsspindeln nach seiner Beobachtung keine schleifenförmige oder doch höchstens wenig gebogene Chromosomen enthielten, doch bei der Theilung des ersten Richtungskörpers lange Kernschleifen vorfand.

6) Die Könerform der Chromosomen in den Richtungsspindeln von *Ophryotrocha* ist durchaus nichts dieser Form Eigenthümliches, sondern sie wird nach den bisherigen Beobachtungen bei den meisten anderen Thieren gefunden, die im Übrigen Kernschleifen aufweisen. Die Erscheinung, dass die Chromosomen im Allgemeinen schleifenförmig gestaltet sind, in den Richtungsmitosen jedoch eine stark verkürzte Form zeigen, ist im Thierreich außerordentlich verbreitet. Sie findet sich von den Cölenteraten bis hinauf zu den Säugethieren und es ist nicht nöthig auf die einzelnen Formen einzugehen, da die meisten Arbeiten, welche die Eireifung irgend eines Thieres behandeln und einigermaßen auf die Einzelheiten des Vorgangs Rücksicht nehmen, dieses Verhalten erkennen lassen. Nur eine und zwar die am besten bekannte Form, *Ascaris megalocephala*, möchte ich herausgreifen, weil sie bestimmte Vergleichspunkte bietet.

Bekanntlich erscheinen beim Pferdespulwurm die Chromosomen in den Richtungsspindeln bis auf längliche Körner verkürzt, während sie im Ei- und Spermakern, wie auch in den Furchungskernen als lange Schleifen wieder auftreten, ein Verhalten, welches mit dem für *Ophryotrocha* geschilderten wie mit demjenigen vieler anderer Thiere übereinstimmt. An den von Boveri gegebenen Abbildungen fällt mir nun auf, dass gelegentlich anstatt der körnchenförmigen Chromosomen auch hufeisenförmig gebogene auftreten. Solche bemerkt man z. B. in seinen Fig. 13, 14 und 16 Taf. III (1887), welche die zweite Richtungsspindel von *Ascaris megalocephala univalens* darstellen. In den dazu gehörigen ersten Richtungskörpern sieht man dagegen zwei Chromatinkörner liegen, was darauf hindeutet, dass die Chromosomen in der ersten Richtungsspindel körnchenförmig gewesen sein müssen und erst beim Übergang in die zweite

Richtungsspindel die gebogene Form angenommen haben, vorausgesetzt, dass nicht schon sehr bald nach der Ausstoßung des ersten Richtungskörpers eine nachträgliche Verkürzung und Abrundung der Chromosomen stattgefunden hat, was ebenfalls leicht möglich wäre. Übrigens kann auch der erste Richtungskörper zwei gekrümmte stäbchenförmige Chromosomen enthalten, wie aus einer anderen Abbildung Boveri's hervorgeht (Fig. 15 *a*, Taf. III, 1887). So viel ich aus Boveri's Darstellung sehe, ist er geneigt, die Krümmung der Stäbchen auf den von den Spindelfasern ausgeübten Zug zurückzuführen, doch zeigen andere Chromosomen, bei denen der Zug ebenfalls stattfinden musste, die Krümmung nicht. Aus den Untersuchungen von Sala über den Ablauf der Reifung und Befruchtung bei Eiern, welche durch Kälte in bestimmter Weise beeinflusst wurden, ergiebt sich nun, dass die Chromosomen der Richtungsspindeln thatsächlich ganz die Form von Schleifen aufweisen können, ähnlich denen, wie sie in den Furchungsspindeln vorkommen. Obgleich es sich hier um abnorme Vorgänge handelt, so scheint mir doch aus diesen wie aus den von Boveri mitgetheilten Bildern hervorzugehen, dass gelegentlich auch beim Pferdespulwurm die Schleifenform der Chromosomen in den Richtungsspindeln noch hervortreten kann. Ein Vergleich mit den Verhältnissen bei *Ophryotrocha* liegt nahe. Bei dieser Form würde die Erscheinung nur häufiger und in einer regelmäßigeren Weise auftreten.

7) Die erste Richtungsspindel lässt in ihrer Äquatorialplatte, wenn hier von einer solchen gesprochen werden darf, stets nur kurz stäbchenförmige oder körnerförmige Chromosomen erkennen. Nun ist dieses Stadium dasjenige, welches ich am allerhäufigsten zu Gesicht bekam, sowohl innerhalb wie außerhalb des mütterlichen Körpers. Es kann außerordentlich lange bestehen bleiben, wenn der Wurm nicht zur Ablage der Eier gelangt und man kann es von jedem Wurm bekommen, wenn man ihn lange genug am Leben erhält. Dem entsprechend wurde dieses Stadium bei sehr vielen Würmern in verschiedenartiger Konservirung beobachtet; niemals aber zeigte es schleifenförmige Chromosomen. Aus dem früher geschilderten Zustandekommen der ersten Richtungsspindel ist dieses Verhalten ohne Weiteres erklärlich. Von einer stets mangelhaften Konservirung kann gerade bei diesem so häufig beobachteten Stadium nicht die Rede sein.

Da die schleifenförmigen Chromosomen der Richtungsspindeln im Ganzen nicht allzu selten zur Beobachtung gelangten und da die so außerordentlich häufig vorkommende erste Furchungsspindel in ihrer Äquatorialplatte niemals Schleifen zeigt, so muss ich fast die Annahme machen, dass die hufeisenförmigen Kernschleifen der Tochterplatten

aus den Körnern der Äquatorialplatte hervorgehen. Ist dies thatsächlich der Fall, so muss weiter angenommen werden, dass bei der oben geschilderten Spaltung der Chromosomen (Fig. 95—100, Taf. XXX) eine Biegung derselben stattfindet und dadurch die vier Schleifen jeder Tochterplatte geliefert werden, so wie sonst bei dieser Spaltung die vier körnerförmigen Chromosomen entstehen. Der Vorgang würde also dem Princip nach derselbe bleiben. Die Übereinstimmung im weiteren Verlauf der Richtungskörperbildung bei Eiern mit schleifenförmigen Chromosomen, wie er oben dargestellt wurde, macht eine derartige Annahme ganz wahrscheinlich.

8) Während man für gewöhnlich in sämmtlichen Eiern eines Geleges nur Richtungsspindeln mit körnerförmigen Chromosomen findet, kommen gelegentlich darunter auch andere vor, welche mehr oder weniger deutlich ausgebildete hufeisenförmig gekrümmte Chromosomen aufweisen. Einige Male beobachtete ich, dass alle Eier eines Geleges nur die Hufeisenform der Chromosomen in den Richtungsspindeln zeigten, während in anderen Fällen außer diesen Spindeln auch solche mit einfach körnerförmigen Chromosomen auftraten. Hier ist gewiss ebenfalls der Einwand möglich, dass einzelne dieser Eier schlecht, andere gut konservirt gewesen seien, doch scheint er mir wenig stichhaltig, da man für die Eier ein- und desselben Geleges wohl eine ziemlich gleichartige Einwirkung der Reagentien annehmen darf. Übrigens kann ganz derselbe Einwand auch gegen ein anderes Verhalten der Richtungsspindeln geltend gemacht werden, welches ich gelegentlich beobachtete. Man findet nämlich zuweilen die Hufeisenform der Chromosomen nicht so klar ausgeprägt, wie dies z. B. in den Fig. 128—133, 138, 139 (Taf. XXXI und XXXII) der Fall ist, sondern die Schleifen sind von mehr gedrungener Gestalt. Dies ergiebt sich schon aus einigen der vorher besprochenen zweiten Richtungsspindeln (Fig. 134—137), geht aber auch weiterhin aus dem Verhalten mancher ersten Richtungsspindeln hervor (Fig. 140 und 141). In solchen Spindeln, welche sich durch den Erhaltungszustand der achromatischen Strukturen als gut konservirt erweisen und bei denen auch die Centrosomen erkennbar sind, können die Chromosomen in einer sehr gedrungenen Hufeisenform auftreten. Die Fig. 140 stellt z. B. eine erste Richtungsspindel dar, bei welcher dies der Fall ist. Sowohl die innere wie die äußere Tochterplatte zeigt die sehr gedrungene Form der Chromosomen. Dieselbe kann übrigens noch plumper sein, so wie dies z. B. die innere Tochterplatte der Fig. 141 erkennen lässt. Man findet Spindeln, in welchen die gekrümmte Form der Chromosomen eben nur noch angedeutet ist und diese fast schon in die Körnerform übergehen. Gleichzeitig werden an Eiern derselben

Gelege Richtungsspindeln mit einfachen körnerförmigen Chromosomen gefunden. Weiter kommt es vor, dass die innere Tochterplatte noch die Hufeisenform der Chromosomen erkennen lässt, während diese an der äußeren, schon im Richtungskörper gelegenen Tochterplatte bereits geschwunden ist (Fig. 141). Ich bin geneigt, alle diese Formen der Chromosomen für thatsächliche Übergänge von der Schleifen- zur Körnerform und nicht für den Ausdruck einer ungenügenden Konservirung zu halten. Übrigens könnte ich die Bilder für die Übergänge der schlanken in eine allmählich plumper werdende Hufeisengestalt und von ihr zur einfachen Körnerform für so ziemlich alle Stadien der Eireifung beliebig vermehren, da ich sie sehr häufig angetroffen habe.

9) Ein Aufeinanderfolgen bezw. ein Übergang stäbchenförmiger in schleifenförmige Chromosomen konnte auch bei den embryonalen Kernen der *Ophryotrocha* beobachtet werden. Ich fand, dass in diesen Kernen vier bezw. acht Schleifen auftreten (Fig. 27 u. 28, 37—39, Taf. XXVIII), die sich verkürzen und dadurch zu der entsprechenden Anzahl von Stäbchen werden (Fig. 33—36). Nun sind aber die Chromosomen der Embryonalspindeln nicht stäbchen-, sondern schleifen- bezw. hufeisenförmig (Fig. 21—33). Bei der Ausbildung der Spindel muss somit eine Umwandlung der Stächen- in die Hufeisenform, d. h. wohl eine Biegung der ersteren stattfinden. Also folgen auch in diesem Falle schleifenförmige auf gestreckte Stäbchen wie dies ähnlich, wenn auch allem Anschein nach nur ausnahmsweise bei der Bildung der Richtungskörper ebenfalls vorkommt. An eine Vernichtung der Schleifenform durch die Einwirkung der Reagentien kann im Falle der embryonalen Mitosen eben so wenig gedacht werden, da man bei ein und derselben Konservirungsmethode schleifenförmige Chromosomen in früheren Stadien (Fig. 27, 28 und 37, 38), sowie Stäbchen (Fig. 34, 35) und dicht daneben die hufeisenförmigen Chromosomen der Spindeln findet (Fig. 33).

Fasse ich das Ganze zusammen, so scheint mir daraus hervorzugehen, dass die schleifenförmigen Chromosomen der Richtungsspindeln als Folgestadien der Stäbchen auftreten können. Jedoch treten die schleifenförmigen Chromosomen nur selten in den Richtungsspindeln auf. Sie sind als eine außergewöhnliche Erscheinung und als ein Zurückfallen in die früheren ursprünglicheren Verhältnisse aufzufassen. Für gewöhnlich besitzen die Chromosomen der Richtungsmitosen wie die anderer Thiere die Körnerform. Diese ist nicht als ein durch die Reagentienwirkung veranlasstes Kunstprodukt anzusehen, sondern stellt vielmehr das normale Verhalten dar.

6. Zur Auffassung der Reifungsvorgänge bei Ophryotrocha.

In Bezug auf die bei der Eireifung sich abspielenden Vorgänge bezw. auf den sich zumeist in sehr übereinstimmender Weise vollziehenden Process der Samenreifung stehen sich der Hauptsache nach jetzt zwei Auffassungen gegenüber. Die erste hat ihren Vertreter vor Allem in Boveri und wurde an den Eiern von *Ascaris megalocephala* gewonnen. Es handelt sich bei allen diesen Untersuchungen um die Entscheidung der Frage, auf welche Weise und zu welcher Zeit die Reduktion der chromatischen Substanz eintritt, die bei der Befruchtung thatsächlich vorhanden ist. Boveri entschied diese Frage so, dass bereits im Keimbläschen in Folge eines bisher allerdings nicht bekannten Vorgangs die Chromosomen in der reducirten Zahl auftreten. Er findet im Keimbläschen die viertheiligen Chromatingebilde, welche als Vierergruppen nach den neueren Untersuchungen eine so große Bedeutung beanspruchen. Bei *Ascaris megalocephala bivalens* sind zwei solche Chromatingebilde (nach Boveri Chromosomen) im Keimbläschen vorhanden, also die Hälfte der Normalzahl dieses Thieres. Entstanden sind diese viertheiligen Chromosomen durch zweimalige Längsspaltung eines Chromosoma. In den beiden Richtungsmitosen werden die Spaltstücke der Chromosomen auf die beiden Richtungskörper bezw. die Eizelle vertheilt und zwar so, dass bei der ersten Mitose zwei Spaltstücke jedes Chromosomas auf den Richtungskörper übergehen, während bei der zweiten Mitose nur ein Spaltstück entfernt wird. Je ein Spaltstück, also der vierte Theil jedes der beiden Chromosomen, bleibt in der Tochterplatte der zweiten Richtungsspindel, d. h. im Ei zurück. Beide Theilungen sind echte Mitosen, da sie die durch Längsspaltung entstandenen Theilstücke der Chromosomen von einander entfernen. Man hat also zwei Äquationstheilungen (im Sinne Weismann's) vor sich; eine Reduktionstheilung ist nicht vorhanden. Nach der vollzogenen Eireifung finden sich zwei Chromosomen im Ei, d. h. dieselbe Zahl, welche schon vor der Reifung im Keimbläschen vorhanden war. Die Reduktion war somit schon vor dem Eintritt des Reifungsprocesses im Keimbläschen erfolgt.

Mit Boveri's Auffassung von der Entstehung der Vierergruppen stimmt diejenige von Brauer überein, welche am gleichen Objekt, jedoch an den Endstadien der Spermatogenese gewonnen wurde. Nach Brauer erfolgt nicht, wie man bei der Normalzahl vier von *Ascaris megalocephala bivalens* erwarten sollte, eine zweimalige Segmentirung des Kernfadens, sondern nur eine einmalige, wodurch also nur zwei Chromosomen erhalten werden, die sich dann in der von Boveri beschriebenen Weise zwei-

mal der Länge nach spalten. So sind die Vierergruppen gebildet. Die Theilungen erfolgen in der nach BOVERI von der Eireifung geschilderten Weise. Die Zahlenreduktion der Chromosomen findet auch nach BRAUER nicht während der Eireifung statt, sondern war bereits vorher in Folge der unterbleibenden zweiten Quertheilung des Kernfadens im Keimbläschen gegeben.

Die bei Untersuchung der Samenreifung von *Ascaris megalocephala* genauer begründete Auffassung hatte BRAUER schon in einer früheren Arbeit über die Eireifung von *Branchipus* vertreten und hielt sie später beim Studium des reifenden Eies von *Artemia salina* fest.

BRAUER's Auffassung erwähnte ich vor der älteren O. HERTWIG's, weil sie sich derjenigen BOVERI's näher anschließt, obwohl sie auch an jene eine starke Anlehnung zeigt. O. HERTWIG nahm bereits die nur einmalige Quertheilung des Fadens an und spricht sich für eine darauf folgende doppelte Längsspaltung dieser beiden Theilstücke aus. In dieser Beziehung ist seine Auffassung die von BOVERI vertretene und auch von BRAUER angenommene. Weiterhin fasst er jedoch die entstandenen Theilstücke als selbständige Kernsegmente (Chromosomen) auf, so dass zunächst eine Verdoppelung derselben gegen die Normalzahl und dann bei der zweiten Richtungstheilung eine Reduktion eintritt. Da diese Anschauung für den Verlauf der Vorgänge an dem von mir beobachteten Objekt weniger in Betracht kommen kann, so gehe ich nicht näher auf sie ein und stelle die von BOVERI und BRAUER vertretene Auffassung einer anderen, gleich zu besprechenden gegenüber[1].

Schon in den Darstellungen, welche die genannten Autoren vom Reifungsprocess geben, sieht man die Vierergruppen eine bedeutungsvolle Rolle spielen. Sie treten als solche in die Reifungstheilung ein und werden durch diese in ihre einzelnen Partien zerlegt. Es erschien daher von Wichtigkeit, die Entstehung und Bedeutung dieser Gebilde genauer festzustellen und dies ist denn auch in neuester Zeit von verschiedenen Seiten unternommen worden. Hier sind besonders VOM RATH, HÄCKER[2] und RÜCKERT zu nennen, deren Auffassungen der

[1] Es liegt durchaus nicht in meiner Absicht, alle diejenigen Arbeiten hier zu besprechen, welche sich zu den behandelten Vorgängen in Beziehung setzen ließen. Dies ist um so weniger nöthig, als gerade in letzter Zeit eine sehr klare und ausführliche Übersicht derselben von RÜCKERT gegeben wurde. Ich werde mich also auf die Heranziehung derjenigen Arbeiten beschränken, welche sich mit dem von mir bearbeiteten Objekt näher berühren oder zum Verständnis der an ihm sich abspielenden Vorgänge nöthig erscheinen.

[2] Ich beziehe mich hier nur auf die letzte Arbeit HÄCKER's über die Vorstadien der Eireifung, da HÄCKER in den früheren Arbeiten anderen Anschauungen über die in Rede stehenden Vorgänge huldigte.

Vierergruppen sich vereinigen lassen. Gewonnen wurden dieselben hauptsächlich an Arthropoden, speciell durch die Untersuchung der Spermatogenese von *Gryllotalpa* (vom Rath) und der Eireifung der Copepoden (Häcker, Rückert), doch fand vom Rath seine an *Gryllotalpa* gemachten Erfahrungen auch bei der Spermatogenese einiger Amphibien (*Salamandra, Triton, Rana*) bestätigt und Rückert glaubt Ähnliches für die Eibildung der *Selachier* annehmen zu dürfen. Dies würde dafür sprechen, dass diesen Vorgängen eine allgemeinere Geltung zukommt. Wenn ich sie im Folgenden kurz charakterisire, so halte ich mich an ihre Erscheinung bei der Eireifung der Copepoden, wo sie von Rückert und in Häcker's neuer Schrift am klarsten zum Ausdruck gebracht wurden.

Im Keimbläschen tritt bei der Eireifung eine bereits reducirte Zahl von Chromatinpartien auf, 12 bei *Cyclops* und *Canthocamptus*, deren Normalzahl 24 beträgt. Diese 12 Chromatinmassen zeigen eine ganz besondere Beschaffenheit und sind auf folgende Weise entstanden: Bereits sehr früh kann eine Längsspaltung des Kernfadens auftreten, welcher durch Quertheilung in 12 Segmente zerfällt. Jetzt sind also 12 längsgespaltene (scheinbare) Chromosomen vorhanden. Jede dieser 12 Schleifen erfährt noch eine Quertheilung, welche jedoch nicht zu einer Trennung der dadurch angedeuteten beiden Segmente führt. Diese bleiben vielmehr mit einander vereinigt und indem nunmehr noch eine Verkürzung eintritt, kommt es zur Bildung von Vierergruppen, die jedoch eine andere Entstehung zeigen, als sie denjenigen von *Ascaris megalocephala* zukommen soll. Sie sind nicht wie diese durch eine zweimalige Längsspaltung, sondern durch einmalige Längsspaltung und darauf folgende Quertheilung entstanden. Dem entsprechend gewinnen auch die beiden Reifungstheilungen, in welche diese Vierergruppen eintreten, ein anderes Bild. In der ersten Richtungsspindel stellen sich die Vierergruppen so ein, dass ihre Längsrichtung zur Spindelachse senkrecht steht. Nach dem Schema der karyokinetischen Theilung werden also die durch Längsspaltung entstandenen Stücke der Vierergruppen von einander getrennt. Es liegt somit eine echte Mitose vor. Diesen Charakter hat die zweite Richtungstheilung nicht. Die durch sie geschiedenen Stücke der Vierergruppen sind durch Quertheilung aus einander hervorgegangen. Die letzte der beiden Theilungen ist also eine Reduktionstheilung. Da der Kern nach Vollzug der ersten Theilung nicht wieder in die Ruhe zurückkehrte, so unterblieb die Längsspaltung. In Folge der Bildung der Vierergruppen oder was dasselbe sagt, in Folge der unterbleibenden letzten Segmentirung sind zwei Segmente in ähnlicher Weise wie sonst die durch Längsspaltung entstandenen Theile mit einander verbunden und ähnlich wie diese treten

sie in eine Spindel, die zweite Richtungsspindel ein. Der ganzen Erscheinung nach scheint also eine echte karyokinetische Figur mit gespaltenen Chromosomen vorhanden zu sein. Thatsächlich ist dies jedoch, wie wir sahen, nicht der Fall. RÜCKERT fasst dieses Verhalten so auf, dass für den Vollzug einer Theilung im Sinne der Karyokinese eine zweireihige Anordnung der Chromatinelemente nöthig ist und eine solche ist denn auch hier gegeben.

Um den Unterschied in den beiden hier charakterisirten Anschauungen nochmals hervorzuheben, so findet nach der ersteren eine zweimalige Längsspaltung der Chromosomen statt (Bildung der Vierergruppen); beide Reifungstheilungen verlaufen nach dem Schema der Karyokinese und sind demnach Äquationstheilungen im Sinne WEISMANN's. Die Reduktion hat bereits im Keimbläschen stattgefunden, wahrscheinlich in Folge des Unterbleibens einer Segmentirung des Kernfadens. Nach der anderen Anschauung erfährt der Kernfaden nur eine einmalige Längsspaltung. In Folge der unterdrückten oder besser der unvollständigen Durchführung einer Quertheilung bleiben je zwei längsgespaltene Segmente mit einander verbunden, wodurch die Vierergruppen entstehen. Zwar sind auch nach dieser Anschauung die Chromatinmassen im Keimbläschen in reducirter Zahl anzutreffen, aber die Reduktion ist nur eine scheinbare (*Pseudoreduktion* RÜCKERT's) und verursacht durch die nicht völlig ausgeführte letzte Quertheilung. Die erste Reifungstheilung ist eine echte Karyokinese (Äquationstheilung im Sinne WEISMANN's), die zweite eine Reduktionstheilung.

Von dem Standpunkte der Zellenlehre wird man geneigt sein, der ersteren Auffassung die größere Wahrscheinlichkeit zuzusprechen, da nach ihr der Verlauf der Theilungen keine Abweichung von dem sonst beobachteten Gang der Zelltheilung zeigt. Das Unterbleiben einer der sonst bis zur Erreichung der Normalzahl eintretenden Segmentirungen erscheint eher verständlich als der so abweichende Verlauf der Theilung, wie ihn die Reduktion während dieser verlangt. Man muss sagen, dass die erstere Auffassung die Reduktion sowohl der Zahl der Chromosomen wie auch der Chromatinmasse in einer befriedigenderen Weise erklärt und doch vermag man sich dem Druck der beobachteten Thatsachen nicht zu entziehen. Schließt man sich aber der von RÜCKERT, VOM RATH und HÄCKER vertretenen Anschauung an, wie man kaum anders kann, so lange ihre sehr bestimmten Angaben nicht als unrichtig nachgewiesen sind, so wird man auch die früheren Befunde mittels dieser Anschauung deuten müssen. Das ist denn auch thatsächlich bereits geschehen und die genannten Autoren sind durchaus geneigt, die von den früheren Forschern vor Allem an *Ascaris* ge-

wonnenen Ergebnisse zu Gunsten ihrer eigenen Auffassung umzudeuten. Ihnen darin zu folgen, beabsichtige ich nicht. Es liegt auf der Hand, dass man einfach annehmen kann, eine der beiden Längsspaltungen sei nur fälschlicher Weise für eine solche gehalten worden und sei in Wirklichkeit als eine Quertheilung anzusehen. Eine Entscheidung dieser recht wichtigen Frage ist nur von erneuten Untersuchungen der Ei- und Samenreifung bei *Ascaris megalocephala* zu erwarten, die übrigens bereits von verschiedener Seite in Aussicht gestellt wurde.

Setze ich jetzt die Verhältnisse, wie sie sich bei dem von mir untersuchten Objekt darbieten, zu dem bisher Bekannten in Vergleich, so ergiebt sich Folgendes. Im Keimbläschen von *Ophryotrocha* treten die Chromosomen nicht in der reducirten, sondern in der Normalzahl auf. — Man findet zu einer gewissen Zeit vier gespaltene Chromosomen. Schon als langgestreckte Schleifen sind sie in dieser Zahl vorhanden und sie bewahren dieselbe bis zum Eintritt in die erste Richtungsspindel (Fig. 76—96, Taf. XXIX u. XXX). Vierergruppen treten im Keimbläschen von *Ophryotrocha* nicht auf. Konstruiren lassen sie sich allerdings dadurch, dass die gespaltenen Stäbchen in der Äquatorialplatte sich hinter einander lagern und zwar derart, dass die Längsachse des einen die Verlängerung der Längsachse des anderen bildet (Fig. 88 bis 92 Taf. XXX). In dieser Anordnung liegen sie schließlich parallel zur Spindelachse. Wenn man ein solches gespaltenes Stäbchenpaar auf seine Entstehung betrachtet, so ist diese dieselbe, welche die Vierergruppen nach den Angaben von Häcker, vom Rath und Rückert zeigen. Indem ich annehme, dass im Keimbläschen ein zusammenhängender Kernfaden vorhanden ist, was jedoch nicht mit Bestimmtheit erwiesen werden konnte, so tritt an ihm eine zweimalige Quertheilung auf, welche vier Kernschleifen liefert. Diese spalten sich der Länge nach. Wenn man nun weiter annimmt, wie es thatsächlich im Äquator der Spindel eintritt, dass zwei der gespaltenen Stäbchen sich mit einem Ende an einander lagern, so würde damit eine Vierergruppe von derselben Entstehung zu Stande kommen, wie sie jene Autoren bei Arthropoden und Vertebraten auffanden. Eine Längsspaltung und Quertheilung hat zu ihrer Entstehung geführt und nicht eine zweimalige Längstheilung.

Ophryotrocha weist dieselbe Normalzahl der Chromosomen auf wie *Ascaris megalocephala bivalens*, doch tritt bei ihr, wie man sieht, weder eine Reduktion, noch eine Pseudoreduktion derselben im Keimbläschen ein, sondern der Kernfaden spaltet sich der Länge nach und zerfällt durch Quertheilung in vier Segmente. Im Keimbläschen ist somit die Normalzahl der Chromosomen vorhanden. Dieser Befund ist nicht mit

demjenigen von Boveri, Hertwig und Brauer für *Ascaris*, *Branchipus* und *Artemia* zu vereinigen, sondern deckt sich mit dem von Häcker vom Rath und Rückert für *Cyclops*, *Canthocamptus*, *Salamandra* etc., wobei von der Pseudoreduktion abgesehen werden kann, da sie die thatsächlich vorhandene Normalzahl der Chromosomen (durch das Verbundenbleiben je zweier derselben) nur verdeckt. Leider geht die so gewonnene Übereinstimmung mit den genannten Formen sehr bald wieder verloren, indem sich die Richtungstheilungen auf andere Weise vollziehen, als dies bei jenen festgestellt wurde.

Es ist weiter oben ausführlich geschildert worden, wie die vier gespaltenen stäbchenförmigen Chromosomen sich in der Äquatorialplatte der ersten Richtungsspindel eng zusammendrängen (Fig. 90—93, Taf. XXX), um jene viertheilige Chromatinmasse zu bilden, welche mich bei der ersten Bekanntschaft mit diesem Objekt zu der Annahme verführte, ich habe es mit einem einzigen viertheiligen Chromosoma zu thun, wie es sich bei *Ascaris megalocephala univalens* findet. Mit dieser höchst eigenthümlichen Anordnung der Chromosomen ist auch ein sehr abweichender Verlauf der Theilung verbunden. Die Längsspaltung der Chromosomen, welche schon früh aufgetreten und noch an den in die Spindel eingetretenen Stäbchen zu bemerken war, geht mit dem Zusammendrängen derselben verloren und führt daher nicht, wie man von vorn herein vermuthen sollte, zu dem Auseinanderweichen der Spalthälften im Sinne der mitotischen Theilung. Die erste Theilung verläuft überhaupt nicht auf karyokinetischem Wege, sondern die beiden den Polen zugewandten Chromosomenpaare weichen einfach gegen diese hin aus einander (Fig. 95 und 96, Taf. XXX). So werden die beiden Tochterplatten gebildet, wie man sie wohl nach der Analogie mit der echten Karyokinese bezeichnen darf. Da durch diese Theilung ganze Chromosomen aus dem Ei (mit der Bildung des ersten Richtungskörpers) entfernt werden, so ist sie eine Reduktionstheilung.

Ich muss hier bemerken, dass ich mich gegen die in diesen Angaben vertretene Auffassung lange gesträubt habe, denn sie widerspricht dem, was man bei dem Vorgang der Eireifung sonst kennt und für richtig hält. Trotzdem vermag ich die erhaltenen Bilder nicht anders zu deuten und theile sie mit, wie sie sich ungezwungen an einander anschließen. Man wird aus der gegebenen Darstellung erkennen, dass ich die Eireifung sowohl, wie auch die sie vorbereitenden Vorgänge Schritt für Schritt verfolgen konnte, so dass kein wichtiges Stadium zu fehlen scheint, keine besonders fühlbare Lücke vorhanden ist und eben das Bild des ganzen Reifungsprocesses zu Stande kommt, welches ich oben vorgeführt habe und jetzt durch einige vergleichende Betrach-

tungen ergänzen muss. Dass dieses Bild sich nur zum Theil mit den Angaben deckt, welche von anderen Thierformen gemacht wurden, empfinde ich selbst peinlich und obwohl ich betreffs meiner Darstellung der ersten Reifungstheilung entschiedenem Unglauben zu begegnen fürchte, muss ich doch daran festhalten. Ich brauche kaum zu bemerken, dass es mir selbst von vorn herein viel wahrscheinlicher war, die vier Chromosomen der schon vorhandenen Längsspaltung entsprechend in die Karyokinese eintreten zu sehen, so dass also die erste Richtungstheilung einer echten Mitose entspräche, doch ist dies nach den Bildern, welche ich in übereinstimmender Weise erhielt, nicht der Fall, sondern die vier Chromosomen nehmen eben die Anordnung an, welche es bedingt, dass zwei von ihnen nach dem einen und zwei nach dem anderen Pol der Spindel geführt werden.

Bezüglich der Stellung der Chromosomen in der ersten Richtungsspindel von *Ophryotrocha* ist eine von Rückert in Verbindung mit der Erscheinung der Pseudoreduktion geäußerte Ansicht von Interesse. Er erklärt das Verbundenbleiben zweier gespaltener Segmente (d. h. also die Vierergruppen) dadurch, dass die in der zweiten Richtungsspindel sich vollziehende Theilung nicht verständlich sei, wenn nicht eine zweireihige Anordnung der chromatischen Elemente, d. h. eine solche vorhanden ist, wie sie sich bei der Karyokinese aus der Stellung der durch die gespaltenen Schleifen repräsentirten Chromatinelemente ergiebt. Diese zweireihige Aufstellung hält er aber nur für möglich, wenn die Chromosomen unter einander verbunden sind. Ähnlich liegen nun die Verhältnisse bei *Ophryotrocha* in der ersten Richtungsspindel. Die einander in den Tochterplatten entsprechenden Chromatinelemente (Fig. 95 und 96) sind nicht durch Längsspaltung aus einander hervorgegangen, sondern repräsentiren je ein vollständiges Chromosoma. In der Äquatorialplatte sind sie jedoch wie zwei Hälften eines einzigen Chromosomas gelagert (Fig. 92—94), d. h. die zweireihige Anordnung ist auch hier vorhanden, da sie eben für den Mechanismus der mitotischen Theilung erforderlich erscheint.

Übrigens scheint die Verbindung der Chromosomen oder doch wenigstens der mit einer Vierergruppe zu vergleichenden in der Äquatorialplatte der ersten Richtungsspindel von *Ophryotrocha* thatsächlich eine sehr enge zu werden, denn ich fand zuweilen die allerdings abnorm ausgebildete erste Richtungsspindel in der Weise verändert, dass die Chromosomenpaare so aus einander gerückt waren, wie sie das normaler Weise thun, aber zwischen ihnen bestand noch eine aus chromatischer Substanz bestehende Verbindungsbrücke. Es macht den Eindruck, als ob die beiden Chromosomen aus einer gemeinschaftlichen

plastischen Masse beständen, die sich bei ihrem Auseinanderweichen zu einem dünnen Strang auszieht. In Fig. 142 *A—D* (Taf. XXXII) sind vier Spindeln aus einem Gelege abgebildet, dessen Eier größtentheils krankhaft verändert waren. Fig. 142 *A* zeigt eine Richtungsspindel von gewöhnlicher Beschaffenheit; in *B* beginnt das Auseinanderweichen und doch sieht man beide Chromosomen noch durch eine breite Brücke verbunden; in *C* und *D* sind die Chromosomenpaare zwar schon weiter von einander entfernt, aber die Verbindungsbrücken bestehen noch immer. Wie gesagt handelt es sich hier um krankhaft veränderte Eier, denn für gewöhnlich erfolgt das Auseinanderweichen nicht auf diese Weise (Fig. 95 und 96, Taf. XXX), aber immerhin scheint mir dieses Verhalten auf eine, wenn auch nur vorübergehende innigere Verbindung zwischen je zwei Chromosomen hinzuweisen. Möglicherweise hängt dies mit dem Mechanismus der Kerntheilung zusammen. Thatsächlich ist auch in der Äquatorialplatte der normalen Spindel die Anlagerung der Chromosomen eine sehr enge (Fig. 92—94, Taf. XXX, Fig. 104 *a*, Taf. XXXI, Fig. 142 *A*, Taf. XXXII), so dass zwischen ihnen nur ein ganz schmales helles Kreuz erkennbar ist. Sie können in Wirklichkeit enger zusammenliegen, als in anderen Fällen die vier Theile einer Vierergruppe; allerdings gilt dies nicht nur von den beiden einer Vierergruppe zu vergleichenden, sondern von allen vier Chromosomen.

Durch die eigenartige Anordnung der Chromosomen in der Richtungsspindel ist übrigens auch deren ganze Gestalt beeinflusst. Das enge Zusammendrängen der wenig umfangreichen Chromosomen in der Mitte der Spindel hat jedenfalls die schlanke Form derselben zur Folge und auch die eigenartige Vertheilung und starke Ausbildung der Spindelfasern ist darauf zurückzuführen.

Mit dem geschilderten Verhalten der ersten Richtungsspindel hängt noch eine andere Eigenthümlichkeit derselben zusammen, nämlich die wieder eintretende Spaltung der Chromosomen. Es wurde gezeigt, dass dieselben Anfangs gespalten waren (Fig. 83—86, Taf. XXX) und auch in der in Ausbildung begriffenen Spindel dieses Verhalten noch zeigten (Fig. 87—90). Nachher ging die Längsspaltung verloren bezw. sie war nicht mehr wahrzunehmen (Fig. 92—96), doch bemerkt man dann, wenn die beiden Tochterplatten ziemlich weit aus einander gerückt sind, eine Zweitheiligkeit ihrer Chromosomen (Fig. 97 und 98), die sehr bald zu einem Zerfall derselben in zwei Stücke führt (Fig. 99 und 100). Jede Tochterplatte besteht jetzt also nicht mehr aus zwei, sondern aus vier chromatischen Elementen. Ich kann es kaum für zweifelhaft halten, dass die jetzt eingetretene Theilung der früher angedeuteten Spaltung der Chromosomen entspricht und dass somit die vier Chromatin-

elemente als durch Längsspaltung entstandene aufzufassen sind. Die Stadien, in denen die Längsspaltung schwindet (Fig. 90, 91) und wieder auftritt (Fig. 97, 98) sind nicht so weit von einander entfernt, als dass man eine derartige Annahme nicht machen dürfte. Zudem tritt die Zweitheiligkeit der Chromosomen unter Umständen (allerdings nicht normaler Weise) noch früher hervor, nämlich bereits dann, wenn die beiden Tochterplatten erst ganz wenig von einander entfernt oder noch mit einander vereinigt sind.

An Eiern, welche die fertig ausgebildete Richtungsspindel aufweisen, bemerkt man ausnahmsweise, dass sie nicht die gewöhnliche viertheilige Chromatinmasse als Äquatorialplatte zeigen, sondern anstatt ihrer acht Chromatinkörner erkennen lassen. Ich habe, da dieses Verhalten in verschiedener Hinsicht für die Verhältnisse der Eireifung bei *Ophryotrocha* von Bedeutung ist, mehrere dieser Spindeln abgebildet (Fig. 146—150, Taf. XXXII). Sie können sich sowohl innerhalb des mütterlichen Körpers, wie auch in den soeben abgelegten Eiern finden. In beiden Fällen waren gleichzeitig Eier mit ganz abnorm ausgebildeten Spindeln vorhanden; die Eier schienen also durch irgend welche äußere Einflüsse in ihrer normalen Ausbildung gestört worden zu sein und auch die hier zu beschreibenden Spindeln sind daher ebenfalls als abnorm entwickelte anzusehen. Sie stellen sich in etwas verschiedener Weise dar.

Unter den Eiern mit den abnormen Spindeln finden sich auch immer einige ganz normale. Eine solche normale Spindel aus einem Ei, welches neben ganz abnorm ausgebildeten Eiern lag, ist in Fig. 92 (Taf. XXX) abgebildet. Die in Fig. 147—150 dargestellten Spindeln stammen von Eiern desselben Thieres. Fig. 146 ist dem Gelege eines anderen Wurmes entnommen. Die letztere Figur zeigt die Spindel bereits an die Peripherie des Eies gerückt und erheblich verkürzt, in einem Stadium, welches etwa dem in Fig. 96 (Taf. XXX) dargestellten entspricht. Der Unterschied in der Ausbildung beider Spindeln wird gerade durch einen Vergleich mit der letztgenannten Figur recht augenfällig. Jede der beiden noch nicht weit von einander getrennten Tochterplatten setzt sich aus vier Chromatinkörnern zusammen, die kaum anders als durch Spaltung der zwei sonst vorhandenen Körner entstanden sein können. Diese Spindel schließt sich also jedenfalls am nächsten an die früher besprochenen älteren Stadien mit den normaler Weise getheilten Chromosomen an (Fig. 100, 99, 98).

Die Spaltung kann nun noch früher als in dem eben erwähnten Stadium hervortreten. Fig. 147 zeigt die beiden Tochterplatten zwar ebenfalls schon, aber nur erst sehr wenig von einander getrennt. Die

Spindel ist noch unverkürzt und liegt inmitten des Eies. Auch hier weist jede Tochterplatte in klarer Weise vier Chromatinkörner auf. Übrigens ist in der genannten Figur wie überhaupt bei diesen abnorm ausgebildeten Spindeln ein schon früher erwähntes Verhalten zu bemerken, nämlich dass sich zwischen den Chromatinelementen der beiden Tochterplatten chromatische Verbindungsbrücken hinziehen, ähnlich, wenn auch nicht in so starkem Maße wie dies früher für einige ebenfalls abnorm entwickelte Spindeln beschrieben wurde (Fig. 142). Man sieht z. B. in den Fig. 146 und 147 derartige dünne Verbindungsstränge zwischen den beiden Tochterplatten verlaufen.

Fig. 148 zeigt die beiden aus vier Chromatinelementen bestehenden Tochterplatten noch ziemlich dicht an einander gelagert. Der Unterschied dieser Spindeln mit einer normal ausgebildeten tritt durch den Vergleich mit einer solchen von entsprechender Ausbildungsstufe (Fig. 92, Taf. XXX und Fig. 147, 148) recht deutlich hervor. Auffallenderweise können diese bezüglich ihres Chromatins abnorm entwickelten Spindeln im Hinblick auf die achromatische Struktur besser ausgebildet sein. So erkennt man bei ihnen (Fig. 147, 148) in dem Archoplasma einen kugligen Körper, den man für das Centrosoma halten möchte.

Die Entstehung der vier Chromatinkörner jeder Tochterplatte durch Spaltung der ursprünglich vorhandenen beiden Chromosomen ist auch bei den abnorm ausgebildeten ersten Richtungsspindeln deutlich zu erkennen. Man sieht oft eine Einkerbung der Chromosomen ähnlich wie sie in den Fig. 97 und 98 (Taf. XXX) dargestellt ist. Es kommt vor, dass zwei Chromosomen bereits in Spaltung begriffen sind, die anderen beiden jedoch noch nicht (Fig. 149), oder man findet je zwei Chromosomenhälften paarweise dicht an einander gedrängt, so dass ihre Herkunft auch daraus ersichtlich wird (Fig. 150). Alles dies spricht für eine Spaltung der Chromosomen, wie sie normalerweise sonst erst in späteren Stadien stattfindet. Zwischen diesen letzteren und den frühen Stadien der sich erst ausbildenden Spindel, in welcher die Längsspaltung der Stäbchen noch vorhanden ist (Fig. 89, 90, Taf. XXX), scheinen mir die soeben besprochenen abnormen Spindeln (Fig. 146—150) die verbindende Brücke herzustellen, denn wenn es nicht an und für sich schon sehr wahrscheinlich wäre, dass der Zerfall der Chromosomen in den Tochterplatten auf die früher angedeutete Längsspaltung derselben zurückzuführen ist, so würde es dies durch das Verhalten der abnormen Spindeln.

Über die Zusammengehörigkeit je zweier Chromatinelemente der Tochterplatten zu einem einzigen Chromosoma dürfte nach dem Vor-

stehenden wohl kaum ein Zweifel obwalten, aber es kommen außerdem Bilder aus der Eireifung zur Beobachtung, welche dies zu völliger Sicherheit erheben. Die soeben besprochene, auf die Längsspaltung zurückzuführende Theilung derselben tritt nämlich nicht immer schon in dem oben geschilderten Stadium der beiden Tochterplatten (Fig. 99 und 100), sondern ausnahmsweise erst später ein. Man findet zuweilen in der bereits in den Plasmahügel eingetretenen äußeren Tochterplatte, ja sogar im Richtungskörper selbst nur zwei Chromatinelemente (Fig. 143) und eben so verhält sich die innere Tochterplatte. In anderen Fällen zeigen beide Platten im Stadium der Abschnürung des ersten Richtungskörpers nur eine Andeutung der Spaltung (Fig. 144) oder eine der beiden Tochterplatten (die äußere oder die innere) erweist sich bereits als getheilt, während dies bei der anderen noch nicht der Fall ist (Fig. 145). Derartige Zustände der beiden Platten kommen in Gelegen, welche Eier in den entsprechenden Stadien der Richtungskörperbildung enthalten, nicht allzu selten vor. Als abnorm kann ich sie nicht bezeichnen, da sie dieselbe Beschaffenheit zeigen wie diejenigen Richtungsspindeln, in denen die Spaltung zu der gewöhnlichen Zeit auftrat (Fig. 103—105, Taf. XXXI). Eier mit solchen regelrecht beschaffenen ersten Richtungsspindeln sind neben jenen ebenfalls vorhanden. Es ist weiter hinzuzufügen, dass im abgeschnürten ersten Richtungskörper auch in späterer Zeit vielfach nur zwei Chromatinkörner aufgefunden werden, dass also eine weitere Zertheilung derselben in manchen Fällen unterbleiben mag. Viel Werth ist allerdings auf diese letztere Beobachtung nicht zu legen, da oft eine Verschmelzung der Chromatinkörner in den Richtungskörpern stattfindet. So können z. B. alle vier Chromatinkörner des ersten Richtungskörpers zu einer größeren Masse verkleben.

Man könnte vermuthen, dass es sich bei einem Stadium wie dem in Fig. 143 dargestellten gar nicht um die erste, sondern um die zweite Richtungsspindel handelt, welcher letzteren diese Spindel thatsächlich durchaus gleicht (Fig. 111—113, Taf. XXXI). Dies ist jedoch aus verschiedenen Gründen als ausgeschlossen zu betrachten. Einmal befinden sich alle Eier eines und desselben Geleges ungefähr auf der gleichen Entwicklungsstufe und es wurde schon erwähnt, dass neben diesen abweichend ausgebildeten Stadien auch solche von der gewöhnlichen Beschaffenheit vorhanden sind. Sodann bleibt der erste Richtungskörper lange Zeit an der Stelle liegen, wo er entstand und ich habe ihn bei der Bildung der zweiten Richtungsspindel ganz regelmäßig über derselben gefunden. Außerdem weisen die in denselben Gelegen vorkommenden Eier, bei welchen die erste Richtungsspindel

erst theilweise gespaltene Chromosomen in den Tochterplatten enthält, oder bei welchen die letzteren zum Theil aus vier oder nur zwei Chromatinkörnern bestehen, darauf hin, dass es sich nur um eine Verzögerung in der Ausbildung der Tochterplatten handelt. Die Spaltung tritt erst später ein, was für den Verlauf der ersten Richtungstheilung ziemlich gleichgültig ist, da ja doch zwei vollständige Chromosomen bei derselben nach außen befördert werden.

Das zuletzt geschilderte Verhalten der ersten Richtungsspindel scheint mir ganz besonders lehrreich zu sein, weil aus ihm mit vollkommener Sicherheit hervorgeht, dass mit dem ersten Richtungskörper zwei ganze Chromosomen aus dem Ei entfernt werden (Fig. 143, 145). Wie die Dinge liegen, vermag ich also nicht daran zu zweifeln, dass die erste Richtungstheilung bei *Ophryotrocha* eine Reduktionstheilung ist. Sie verläuft nicht nach dem Schema der Karyokinese, was desshalb um so überraschender ist, weil die erste Richtungsspindel aus dem ruhenden Kern hervorgeht.

Es fragt sich nunmehr, wie man die zweite Richtungsspindel aufzufassen hat. Nach dem Ablauf der ersten Richtungstheilung bleiben vier Chromatinkörner im Ei zurück und es wurde vorher gezeigt, dass sie durch Spaltung zweier Chromosomen entstanden. Sie ordnen sich zu zwei und zwei in den Tochterplatten der zweiten Richtungsspindel an, so dass zwei von ihnen bei der zweiten Richtungstheilung aus dem Ei befördert werden. Wie diese beiden Chromatinkörner anzusehen sind, d. h. ob sie die Hälften eines einzigen Chromosomas oder zweier verschiedener Chromosomen sind, ließ sich nicht feststellen. Es ist bei der Umlagerung, welche die vier Körner in Folge der Überführung in die zweite Richtungsspindel erfahren, keinerlei Merkmal vorhanden, welches die Entscheidung dieser Frage in dem einen oder dem anderen Sinne zulässt. Und doch würde diese Entscheidung von Wichtigkeit sein, denn falls die beiden Chromatinkörner einer Tochterplatte zusammen d. h. zu einem einzigen Chromosoma gehören, hätte man abermals eine Reduktionstheilung vor sich, im anderen Falle jedoch, wenn sie die Hälften zweier Chromosomen sind, handelte es sich um eine Äquationstheilung. Ich glaubte die Frage Anfangs im ersteren Sinne entscheiden zu können und zwar aus folgendem Grunde. Es wurde weiter oben gezeigt, dass in der ersten Richtungsspindel ausnahmsweise die beiden Chromosomen jeder Tochterplatte gar nicht oder erst später in die Spaltstücke zerfallen (Fig. 143). Falls die Spaltung auch dann noch unterbliebe, wenn die innere Tochterplatte der ersten Richtungsspindel sich zur Äquatorialplatte der zweiten umwandelt und auch in den Tochterplatten der letzteren noch nicht stattfände, so würde

man eine zweite Richtungsspindel erhalten, welche wie diejenige von *Ascaris megalocephala univalens* nur ein Chromatinelement in jeder Tochterplatte aufwiese. Dann wäre natürlich die Frage dahin entschieden, dass auch die zweite Theilung eine Reduktionstheilung ist, indem sie ebenfalls zur Entfernung eines einzigen (ungespaltenen) Chromosoma führt. Ich bemerkte nun wiederholt Bilder, welche für eine solche Auffassung sprachen, aber diese Bilder hielten einer peinlichen Prüfung nicht Stand. Entweder konnte der Erhaltungszustand des betreffenden Präparates nicht als genügend erachtet werden oder es schien, als ob eines der beiden Chromatinkörner durch das andere verdeckt sei; kurz ich vermochte nicht die Anschauung zu gewinnen, als ob unter Umständen die Längsspaltung der Chromosomen bis in die zweite Richtungsspindel hinein unterbleiben könne. Vielmehr schien es mir, als ob die Tochterplatten der zweiten Richtungsspindel regelmäßig zwei Chromatinelemente enthielten. Dass man oft im zweiten Richtungskörper nur ein Chromatinkorn findet, während auch im ersten nur zwei Körner enthalten sind, kann nicht als maßgebend betrachtet werden, da auch hier eines der Körner durch das andere verdeckt oder beide nachträglich verschmolzen sein können. Die Frage nach der Zugehörigkeit der beiden Chromatinkörner des zweiten Richtungskörpers und damit diejenige nach der Natur der zweiten Richtungstheilung, wird sich bei *Ophryotrocha* schwer beantworten lassen und konnte in der vorliegenden Untersuchung jedenfalls nicht entschieden werden. Die größere Wahrscheinlichkeit spricht jedoch dafür, dass die zweite Theilung eine Äquationstheilung ist, d. h. also im Sinne einer echten Karyokinese verläuft. Wenigstens möchte man dies im Hinblick auf den Verlauf der Dinge bei anderen Formen vermuthen. Hält man sich allerdings an das Thatsächliche, so wird man gestehen müssen, dass es schwer einzusehen ist, wie die Chromatinkörner jetzt noch ganz regelmäßig in eine der Äquationstheilung entsprechende Lage gebracht werden sollen. Die Vermuthung, dass die Anordnung der Chromatinkörner in den Tochterplatten eine ihrer Herkunft nach unregelmäßige sei, liegt demnach eben so nahe.

Der ganze Vorgang der Eireifung stellt sich nunmehr folgendermaßen dar. Der anscheinend zusammenhängende Kernfaden des Keimbläschens zerfällt in vier Segmente, welche längsgespalten sind. Die vier Segmente sind völlig unabhängig von einander und durch weite Zwischenräume getrennt. Da auch die Längsspaltung später an ihnen wieder schwindet, so ist es bei *Ophryotrocha* sehr klar, dass die Chromosomen im Keimbläschen weder in einer vermehrten noch in einer verminderten, sondern in der Normalzahl vier auftreten. Später und zwar

in der schon größtentheils ausgebildeten Spindel kommt eine Annäherung der Chromosomen zu Stande, welche zu der dichten Zusammenlagerung derselben führt. Abgesehen davon, dass sich die Chromosomen der Länge nach also parallel an einander legen, stoßen auch je zwei mit ihren Enden zusammen. Hierin würde man also eine den Vierergruppen entsprechende Vereinigung sehen können und zwar nach der von Rückert, vom Rath und Häcker vertretenen Auffassung. Jede dieser durch Vereinigung zweier vorher getrennten Stäbchen entstandenen Vierergruppen ist also auf eine einmalige Längs- und Querspaltung zurückzuführen. Von einer zweimaligen Längsspaltung (Boveri, Hertwig, Brauer) kann bei *Ophryotrocha* nicht die Rede sein. Aber auch der Vergleich mit jenen anderen Vierergruppen stößt auf eine große Schwierigkeit, nämlich die, dass nicht eine Anordnung derselben mit der Längsachse parallel zur Äquatorialebene also senkrecht zur Spindelachse, sondern vielmehr eine solche parallel zur letzteren stattfindet. In Übereinstimmung mit dieser abweichenden Stellung erfolgt bei der ersten Theilung nicht eine Trennung der Spalthälften sämmtlicher Chromosomen wie bei der Theilung jener Vierergruppen, sondern vielmehr eine Entfernung ganzer Chromosomen. Die erste Theilung ist somit nicht wie dort eine Äquations-, sondern eine Reduktionstheilung. Bezüglich der zweiten Richtungstheilung, welche dort als Reduktionstheilung aufgefasst wird, weil sie die durch Quertheilung entstandenen Partien der Vierergruppen entfernt, lässt sich bei *Ophryotrocha* Bestimmtes nicht aussagen. Sie kann möglicherweise eine Äquationstheilung, vielleicht aber auch eine Reduktionstheilung sein.

Es würde nun vielleicht nahe liegen, die an *Ophryotrocha* gewonnenen Ergebnisse mit denjenigen früherer Autoren zu vergleichen und thatsächlich bieten sich im Einzelnen überall Vergleichspunkte in den Arbeiten von Ishikawa, Henking, Häcker, vom Rath, Julin u. A. dar, aber es sind dies zum Theil Punkte, die nicht über jeden Zweifel erhaben und wohl auch von anderer Seite schon angefochten worden sind. So wird man es vielleicht für ein Zeichen von ominöser Vorbedeutung halten, dass meine Darstellung der Reifungsvorgänge bei *Ophryotrocha* mit einer früher von Häcker für *Cyclops* gegebenen in vielen Punkten übereinstimmt. Nun ist diese Darstellung von Rückert als unrichtig bezeichnet und von Häcker selbst zu Gunsten der früher besprochenen und jetzt von ihm wie von Rückert und vom Rath vertretenen Anschauung fallen gelassen worden. Eben so ist man geneigt, Henking's Befunden, welche sich mit den meinigen in verschiedener Hinsicht vergleichen lassen, eine andere Deutung zu geben.

Henking fand bei seinen ausgedehnten Untersuchungen über die

Spermatogenese und Eireifung bei den Insekten in den vor der Reifung stehenden männlichen und weiblichen Geschlechtszellen die Chromosomen in der Normalzahl vertreten, dadurch jedoch, dass je zwei von ihnen sich vereinigen, tritt die Reduktion der Chromosomenzahl auf die Hälfte ein. Nachdem dies geschehen, findet die erste Reifungstheilung statt, bei welcher die Doppelchromosomen wieder getrennt werden. Waren also z. B. Anfangs 24 Chromosomen vorhanden, eine Zahl, welche HENKING in den Ovocyten und Spermatocyten der Feuerwanze feststellte, so entstehen durch deren Verklebung 12 Doppelchromosomen und bei der ersten Reifungstheilung treten in Folge deren Durchtrennung je 12 Chromosomen in die Tochterplatten der ersten Reifungsspindel ein. Es werden somit hier ganze (ungetheilte) Chromosomen von einander entfernt und die erste Reifungstheilung ist demnach eine Reduktionstheilung. Auch die zweite Reifungsspindel weist die gleiche Zahl von Chromatinelementen in jeder Tochterplatte (12 bei *Pyrrhocoris*) auf, die durch Spaltung der bei der ersten Theilung zurückgebliebenen (12) Chromosomen entstanden. Die zweite Theilung ist sonach eine Äquationstheilung.

Die Übereinstimmung der HENKING'schen Befunde mit meinen eigenen liegt auf der Hand. Ich finde im Keimbläschen die Normalzahl der Chromosomen. Eine paarweise Vereinigung derselben im späteren Stadium lässt sich leicht annehmen. Bei der ersten Theilung werden die in der Richtungsspindel paarweise verklebten Chromosomen wieder getrennt und zwar werden ganze Chromosomen ausgeschieden. Diese erste Theilung ist somit ebenfalls eine Reduktionstheilung. Die Chromosomen zeigten bereits früher eine Spaltung, die später wieder auftrat und zum Zerfall in Chromosomenhälften führte. Die zweite Reifungstheilung kann daher eine Äquationstheilung sein.

Das Auftreten der Normalzahl der Chromosomen, die sekundäre Vereinigung und die Art und Weise des Vollzugs der Theilungen bieten jedenfalls zunächst eine auffallende Übereinstimmung und doch vermag ich keinen allzugroßen Werth darauf zu legen, weil es mir scheint, als ob die Entstehung der Vierergruppen, welche nach HENKING's (wie auch nach VOM RATH's) Darstellung offenbar bei den Insekten vorhanden sind, einer erneuten Untersuchung bedürften. Diese würde zu entscheiden haben, ob der Vorgang sich thatsächlich in der von HENKING dargestellten Weise vollzieht oder ob eine Übereinstimmung mit den von VOM RATH, HÄCKER und RÜCKERT beobachteten Vorgängen vorhanden ist.

Obwohl gerade durch die Bemühungen der letztgenannten Autoren und besonders RÜCKERT's nach verschiedener Richtung eine größere Übereinstimmung in den so verschiedenartig beschriebenen Vorgängen der Ei- und Samenreifung erzielt worden ist, so ist man doch noch

weit davon entfernt, alles bisher bekannt Gewordene mit einander vereinigen zu können, ohne dass man allen abweichenden Befunden von vorn herein den Stempel der Unwahrscheinlichkeit aufdrückte. Ich denke hierbei z. B. an die Arbeit von JULIN über *Styelopsis grossularia*, welche ebenfalls gewisse Beziehungen zu meinen eigenen Ergebnissen darbietet.

JULIN studirte bei der genannten Ascidie unter Anderem die Ei- und Samenreifung und fand im Keimbläschen die Chromosomen in der Normalzahl vier. Diese spalten sich, doch bleiben die Spalthälften nicht in der gewöhnlichen Weise vereinigt, sondern trennen sich völlig von einander, so dass dann acht kurze Stäbchen in einer ganz unregelmäßigen Lagerung vorhanden sind. Bei der Bildung des ersten Richtungskörpers werden vier von ihnen diesem zugetheilt und die vier anderen verbleiben im Ei. Da die Stäbchen vorher keine regelmäßige Lage gegen einander zeigten, ist nicht zu sagen, ob man es mit einer Reduktions- oder Äquationstheilung zu thun hat. Das Gleiche gilt für die Bildung des zweiten Richtungskörpers. Bei ihr werden zwei von den noch im Ei vorhandenen vier Stäbchen entfernt. Zwei bleiben im Ei zurück. — Von besonderem Interesse erscheint mir nun im Hinblick auf die von mir bei *Ophryotrocha* beobachteten Vorgänge das Verhalten der Chromosomen bei der Samenreifung von *Styelopsis*. Vor Beginn derselben sind im Kern vier Chromosomen vorhanden. Diese spalten sich nicht, sondern bei der eintretenden Theilung weichen sie einfach zu zwei und zwei aus einander, so dass man also eine zweifellose Reduktionstheilung vor sich hat. Da auch hier nach vollzogener Theilung der Kern nicht in die Ruhe zurückkehrt, so erhält bei der zweiten Reifungstheilung jede Zelle nur ein Chromosoma. Erst späterhin bei der Befruchtung spaltet sich dieses in zwei Hälften, so dass dann auch hier der Ei- und Spermakern bezüglich der Zahl ihrer Chromosomen einander gleichwerthig sind. Die zweite Reifungstheilung der männlichen Zellen würde sonach ebenfalls eine Reduktionstheilung sein.

Wenn die Angaben von JULIN dem wirklichen Sachverhalt entsprechen, so muss es verwunderlich erscheinen, dass bei der Eireifung die Trennung der Chromatinelemente eine so vollständige wird, während bei der Samenreifung im Gegentheil die Längsspaltung ganz unterdrückt ist. Man wird fast zu der Vermuthung geführt, dass die als Längsspaltung und Quertheilung der Chromatinelemente unterschiedenen Vorgänge nicht so differenter Natur und von so großer Bedeutung sind, als man sie ihnen für gewöhnlich zuschreibt. Die bereits bei der ersten Theilung stattfindende Reduktion und die Möglichkeit einer solchen bei der zweiten Theilung sind mit dem Verhalten von *Ophryotrocha* zu

vergleichen. Eine zeitweise Unterdrückung der Längsspaltung bezw. ein Hinausschieben derselben wurde auch für diese Form festgestellt.

In dem sehr richtigen Bestreben, die verschiedenen Modalitäten der Reifungserscheinungen auf einander zurückzuführen, war man allzu leicht geneigt, solche Beobachtungen, welche sich nicht ohne Weiteres mit den anderen vereinigen ließen, für unrichtig zu erklären. Es will mir jedoch scheinen, als ob man darin zu weit gegangen sei, denn einzelne Darstellungen wie gerade auch diejenige von Julin weisen auf so ganz verschiedenartige Bilder hin, dass man nicht ohne Weiteres an einen Beobachtungsfehler glauben kann. Man wird aus diesen wie auch aus meinen Darstellungen die Lehre entnehmen müssen, dass es nöthig ist, noch andere und womöglich für die Beobachtung recht günstige Formen in den Kreis der Untersuchung zu ziehen. Sollte sich dabei herausstellen, dass die Vorgänge nicht in so ganz einheitlicher Weise verlaufen, wie man zur Zeit anzunehmen geneigt ist, so müsste man dem Vorgang eine andere Bedeutung zuschreiben, als man dies jetzt zu thun gewöhnt ist und auf die bloße Massenreduktion des Chromatins ein größeres Gewicht legen. Sicherheit in dieser Frage wird jedoch erst von weiteren und ausgedehnteren Untersuchungen zu erwarten sein, denn man darf sich nicht verhehlen, dass unsere Kenntnisse dieser Dinge, auf welche sich so weitgehende Spekulationen stützen, recht mäßige sind und dass auch in den besten und klarsten Darstellungen der Reifungsvorgänge ein erheblicher Antheil Konstruktion und Spekulation mit unterläuft und die Darstellung selbst beeinflusst. Davon kann man auch die neueren Untersuchungen über die Entstehung der Vierergruppen nicht freisprechen. Obschon sie die Erscheinungen recht gut erklären, erscheint mir Angesichts der entgegenstehenden Beobachtungen ihre Richtigkeit durchaus nicht über jeden Zweifel erhaben. Dass sich die gleiche Erklärungsweise für so verschiedenartige Objekte wie Arthropoden und Wirbelthiere Geltung verschaffte, braucht nicht so viel zu beweisen, als es zunächst scheinen will, da die Beobachtungen des einen Autors auf denjenigen des anderen fußen oder von ihnen beeinflusst sind. Alle diese feineren Untersuchungen bieten große Schwierigkeiten, die Bilder sind zumeist nicht so klar, wie man sie wünschen möchte; Deutungen spielen daher eine große Rolle und sie können leicht durch neue Beobachtungen in andere Richtung gelenkt werden. Ich spreche dies aus in der Hoffnung, dass meine und andere in einzelnen Punkten so abweichende Angaben sich schließlich doch in einer zunächst nicht ersichtlichen Weise mit jenen Beobachtungen werden vereinigen lassen.

Da meine Befunde ziemlich isolirt stehen und sich zumal von den-

jenigen Anschauungen, welchen man zur Zeit die größere Wahrscheinlichkeit zuschreibt, in verschiedener Hinsicht entfernen, so würde es verfehlt erscheinen, mit ihrer Hilfe frühere Ergebnisse umdeuten oder die daran geknüpften Spekulationen durch sie in entsprechender Weise beeinflussen zu wollen. Nichtsdestoweniger möchte ich daran erinnern, dass die Reifungsvorgänge, wie ich sie bei *Ophryotrocha* fand, sich mit den theoretischen Ausführungen WEISMANN's in mancher Beziehung eben sowohl und besser als andere Befunde vereinigen lassen. Eine thatsächliche Verdoppelung der Chromosomenzahl des Keimbläschens in der Weise, dass die Spalthälften sich von einander trennten, erfolgt allerdings nicht, sondern dieselben bleiben im Gegentheil bei *Ophryotrocha* außergewöhnlich lange, bis zu der schon verkürzten ersten Richtungsspindel erhalten. Obwohl nun in Folge dieses Verhaltens eine einmalige Reduktionstheilung sehr nahe läge, durch welche von den vier Chromosomen einfach zwei entfernt würden und damit die reducirte Zahl gegeben wäre, sieht man doch die Längsspaltung, d. h. also die von WEISMANN so hoch gewerthete Verdoppelung der Chromosomen auftreten. Da man bei *Ophryotrocha* keine direkte Beziehung dieses Vorgangs zur mitotischen Kerntheilung erkennt, so liegt dessen Deutung in der durch WEISMANN vertretenen Form hier besonders nahe, wenn auch nicht in demselben Maße wie etwa bei der Eireifung von *Styelopsis*, wo die Längsspaltung der Chromosomen zu einer völligen Trennung der Spalthälften führen soll, so dass die Verdoppelung auf der Hand liegt und die Kombinationen der regellos auf die Tochterplatten der Richtungsspindeln vertheilten Chromosomen möglichst zahlreiche werden. In der ersten Richtungsspindel von *Ophryotrocha* werden, wie mehrfach erwähnt, ganze Chromosomen entfernt, deren Spaltung zunächst nicht erkennbar war. Mit der zweiten Reifungstheilung können möglicherweise Spalthälften verschiedener Chromosomen entfernt werden. Bei der ersten Richtungstheilung tritt nach meiner Beobachtung bestimmt keine Spaltung der Chromosomen ein, wie sie der gewöhnliche Verlauf der mitotischen Theilung verlangt; in der zweiten Reifungstheilung ist dieser Modus jedenfalls auch aus dem ganzen Verlauf der Theilung nicht erkennbar, obwohl er dem Princip nach vorhanden sein kann, wie dies soeben ausgesprochen wurde. Es kann also kein Zweifel darüber obwalten, dass die von WEISMANN geforderte besondere Form der Karyokinese, bei welcher eine Spaltung der Chromosomen nicht stattfindet und die er eben als Reduktionstheilung bezeichnet, in der ersten Reifungstheilung der Ovocyten von *Ophryotrocha* stattfindet. Die unterdessen erfolgte Spaltung der Chromosomen bedingt höchstwahrscheinlich eine verschiedenartige Vertheilung derselben in verschiede-

nen Eiern bei der Bildung des zweiten Richtungskörpers. Die Art und Weise, wie sich diese Theilung vollzieht, entspricht ebenfalls nicht dem Bild einer regelrechten Karyokinese, obwohl sie unter Umständen und dem Princip nach als eine solche aufgefasst werden kann, wie dies bereits oben näher ausgeführt wurde. Höchst auffallend ist bei dem ganzen Vorgang, dass die Abweichung von der gewöhnlichen Form der Karyokinese bereits beim Übergang des ruhenden Kerns (des Keimbläschens) zur Theilung und nicht erst beim Übergang der ersten in die zweite Reifungsspindel unter Ausfall des Ruhestadiums stattfindet, wie dies bei anderen Formen der Fall ist. Mit diesem Verhalten hängt es zusammen, dass beide Theilungen einen so abweichenden Verlauf zeigen.

III. Die Befruchtung.

Nach vollzogener Eireifung blieb im Ei die aus zwei Chromosomen bestehende Tochterplatte der zweiten Richtungsspindel zurück (Fig. 113, Taf. XXXI). Die Strahlung ist noch deutlich ausgeprägt. Die beiden Chromosomen verlieren bald an Färbbarkeit und lassen sich schließlich nicht mehr erkennen. Sie wandeln sich zum chromatischen Gerüstwerk des Eikerns um. Wenn dieser schon ausgebildet ist, bewahrt er zunächst noch dieselbe Lage (Fig. 114). Meist ist an ihm keine Strahlung mehr sichtbar. Dieselbe ist geschwunden. Ausnahmsweise bewahrt aber auch in diesem Stadium der Eikern die Strahlung noch. Ein solcher Fall ist in Fig. 114 dargestellt. Im Archoplasma ist ein helles rundes Gebilde, jedenfalls das Centrosoma zu erkennen. Früher oder später geht dasselbe jedoch endgültig verloren. An Eikernen, welche ihre randständige Stellung zu verlassen beginnen und im Begriff sind, mehr nach der Mitte des Eies zu wandern, findet man das Centrosoma und die Strahlung nicht mehr auf (Fig. 176—178, Taf. XXXIII).

Anfangs bemerkte man im Eikern nur ein chromatisches Faden- oder Gerüstwerk, später tritt außerdem ein Nucleolus in ihm auf. Derselbe erreicht einen bedeutenden Umfang und zeigt einen ähnlichen wabigen Bau, wie er früher für die Nucleolen der Furchungszellkerne und des Keimbläschens geschildert wurde (Fig. 157). Auch die spätere Umwandlung des Kernkörpers ist eine ähnliche wie dort. Übrigens verlaufen diese Vorgänge in entsprechender Weise wie beim Spermakern und sollen daher bei dessen Schilderung mit in Betracht gezogen werden.

Das Eindringen des Spermatozoons in das Ei fällt schon in ein frühes Stadium der Eireifung. Es findet zu der Zeit statt, wenn die erste Richtungsspindel sich am Rande des Eies bereits verkürzt hat und die Trennung der Tochterplatten eingetreten ist. Die Fig. 128

(Taf. XXXI) zeigt ein von Spermatozoen umschwärmtes Ei, in welches eins derselben eingedrungen ist. So viel ich beobachten konnte, tritt normaler Weise immer nur ein Samenfaden in das Ei ein. Wie sich dieses vor Überfruchtung schützt, ist mir nicht bekannt. Die Eihülle ist jedenfalls schon vorher innerhalb des mütterlichen Körpers vorhanden und muss also für die Spermatozoen durchdringbar sein. Ausnahmsweise finden sich mehrere Spermatozoen im Ei, dessen Entwicklung jedoch in diesem Falle eine abnorme zu werden scheint. Davon soll im nächsten Kapitel noch etwas eingehender die Rede sein.

Die Stelle, an welcher das Spermatozoon in das Ei eindringt, ist nicht bestimmt. Man sieht es vielfach an einer den Richtungskörpern entgegengesetzten Stelle eintreten (Fig. 101, Taf. XXX), doch scheint die Eintrittsstelle auch eine beliebige andere sein zu können. Bei dem in Fig. 102 dargestellten Ei liegt sie z. B. in der Nähe der Richtungsspindel und eben so in dem Ei Fig. 128 (Taf. XXXI). Dieses letztere lässt den Kopf eines erst ganz vor Kurzem eingedrungenen Samenfadens erkennen, der sich von den in der Umgebung des Eies gelegenen Spermatozoen noch kaum unterscheidet. Die Schwanzfäden der Spermatozoen von *Ophryotrocha* sind außerordentlich zart, so dass sie sich an Schnitten gewöhnlich nicht mehr erkennen lassen.

Am Spermatozoenkopf, der zunächst in seiner Struktur unverändert bleibt, tritt bald eine Strahlung auf. Dies geschieht in der Weise, dass ein körniger Plasmahof (Archoplasma) dicht neben dem Kern auftritt und von diesem die Strahlung ausgeht. Man findet diesen Plasmahof an kürzlich erst eingedrungenen und noch nicht weit vom Eirand entfernten Spermatozoen entweder nach außen, d. h. zwischen dem Spermakern und dem Eirand oder aber nach innen, d. h. gegen die Mitte des Eies hin gelagert. Im ersteren Falle sieht man oft den Spermakern noch völlig außerhalb der Strahlung gelegen, d. h. wenn man von der Eiperipherie her gegen ihn fortschreitet, so trifft man zunächst auf das Archoplasma mit einer noch wenig umfangreichen Strahlung und dann erst auf den Spermakern. Dieses Verhalten kann jedenfalls nicht anders gedeutet werden, als dass die Strahlung hinter dem Spermatozoenkopf, also wahrscheinlich aus einem Mittelstück, ihren Ursprung nimmt. Man bemerkt an den gefärbten Spermatozoen sowohl innerhalb des Wurmkörpers wie auch außerhalb desselben eine helle, wenig gefärbte Partie, welche dem Spermatozoenkopf wie eine kleine Kappe aufsitzt (Fig. 151 *sp*). Sie dürfte wohl dem Mittelstück entsprechen. Der Spermakern scheint nun bald eine Wendung zu machen, denn in kürzester Zeit findet man die Strahlung nach innen gegen die Eimitte zu gerichtet (Fig. 151, Taf. XXXII). Da man gelegent-

lich das Archoplasma auch neben dem Kern findet (Fig. 101, Taf. XXX), so ist es mir sehr wahrscheinlich, dass derselbe mit seinem Eintreten in das Ei eine Drehung von 180° erfahren hat. So viel ich sehen kann, nimmt er den kürzesten Weg, d. h. er bewegt sich in ziemlich gerader Linie vorwärts; wenn man dabei die Strahlung nicht zwischen der Eiperipherie und dem Kern, sondern seitlich von diesem gelagert findet, so kann man ziemlich sicher annehmen, dass dieser Kern in der Drehung begriffen ist. Der Vorgang scheint sich übrigens nicht bei allen Spermatozoen in gleichem Zeitpunkte abzuspielen. Ich finde solche Kerne, die bereits tiefer in das Ei eingedrungen sind und bei denen doch das Archoplasma mit Strahlung noch ganz gegen den Eirand zu gelagert ist, während es sich hingegen bei anderen, die noch mehr peripher liegen, bereits vor dem Kern, also centralwärts gelagert findet (Fig. 151). Wenn der Kern noch nicht weit vom Eirand entfernt ist, wird die Bahn, welche er genommen hat, dadurch bezeichnet, dass zwischen ihm und dem Eirand eine schmale Strecke des Eiplasmas dunkler gefärbt ist (Fig. 151). Sie beginnt an einer leichten, hügelförmigen Erhebung des Eies, wo höchst wahrscheinlich das Spermatozoon eindrang. Es scheint also auch hier wie bei den Eiern anderer Thiere ein Empfängnishügel gebildet werden zu können, den ich allerdings nicht immer bemerken konnte. Es mag sein, dass er in anderen Fällen schon rasch wieder schwindet. An dem in Fig. 151 abgebildeten Ei hat die Drehung des Spermatozoenkopfes bereits sehr früh stattgefunden. Derselbe liegt bereits innerhalb der Strahlung und man sieht eine Anzahl von Radien seiner (dunkel gefärbten) Bahn entsprechend gegen den Empfängnishügel hinziehen und sich allem Anschein nach bis an den Rand des Eies verlängern. Die Strahlen des Archoplasma verschmelzen mit dem Eiplasma, welches einen maschigen Bau zeigt und verlieren sich gegen ihr Ende hin in ihm.

Die Strahlung des Spermakerns zeigt sich in verschiedener Weise ausgebildet. Entweder finde ich nur eine ziemlich homogene oder ganz feinkörnige Plasmapartie, von welcher die Strahlung ausgeht (Fig. 101, 102). Es ist dieselbe, welche ich bisher als Archoplasma bezeichnete. In ihr bemerkte ich jedoch in anderen Fällen ein helles, kugliges Gebilde (Fig. 151) und es ist wohl wahrscheinlich, dass dieses dem Centrosoma entspricht, welches nur in jenen anderen Fällen nicht hervortrat.

Anfangs zeigt der ins Ei eingedrungene Spermatozoenkopf die intensiv dunkle Färbung, welche die Köpfe der Samenfäden überhaupt auszeichnet (Fig. 128, Taf. XXXI). Diese Beschaffenheit behält er noch eine längere Zeit bei (Fig. 101, 102, Taf. XXX, Fig. 151,

Taf. XXXII) und bereits recht tief in das Ei eingedrungene Spermakerne zeigen zunächst nur eine ganz gleichmäßig dunkle Färbung. Dann bemerkt man in ihnen einzelne helle Stellen Vacuolen ähnlich (Fig. 152). Dieselben vergrößern sich, was übrigens auch für den ganzen Kern gilt (Fig. 153). Seine Färbung ist nicht mehr eine so intensive (Fig. 110, Taf. XXXI). Während die Grundfärbung etwas heller geworden ist, bemerkt man in ihm Stränge einer dunkleren Substanz; es tritt also jetzt schon ein Kerngerüst auf (Fig. 153). In einem späteren Stadium zeigt sich dasselbe bereits etwas deutlicher ausgebildet; vacuolenartige Bildungen sind aber noch immer im Kern vorhanden. Es beginnt sich ein Kernkörper herauszubilden, der rasch immer umfangreicher wird (Fig. 154). Die Größe des Kernes hat unterdessen schon erheblich zugenommen und dies ist auch weiterhin der Fall (Fig. 155). Das Kerngerüst wird immer deutlicher; der Kernkörper hat sich vergrößert und zeigt nunmehr bereits den wabigen Bau, welchen wir früher an den Nucleolen der Furchungszellen kennen lernten. Gegenüber seiner anfänglichen Beschaffenheit hat sich der Spermakern jetzt bereits außerordentlich verändert. Um die Wandlungen, welche er in Größe und Struktur durchmachte, recht klar hervortreten zu lassen, wurden die Fig. 151—155 bei der gleichen Vergrößerung angefertigt. Dasselbe gilt übrigens auch für die Fig. 156—169 (Taf. XXXII und XXXIII), welche die weitere Ausbildung des Spermakerns darstellen.

Während Ei- und Spermakern bisher eine kugelrunde Gestalt zeigten, fängt sich dies nunmehr an zu ändern. Besonders der Spermakern erhält hier und da Ein- und Ausbuchtungen, welche seine Form unregelmäßig erscheinen lassen (Fig. 156). Seine Färbung ist zunächst noch ziemlich dunkel, so dass sowohl das Kerngerüst wie auch der Kernkörper sich noch nicht so stark von der Umgebung abhebt. Dies ist auf einer etwas späteren Ausbildungsstufe bedeutend mehr der Fall (Fig. 157). Das Kerngerüst besteht aus feineren und stärkeren Strängen, die sich hier und da kreuzen. An den Kreuzungspunkten tritt das Chromatin mehr hervor. Man erkennt hier besonders deutlich, was aber auch sonst an den Strängen zu bemerken ist, dass sie aus feinen Körnchen zusammengesetzt sind. Der Kernkörper ist außerordentlich umfangreich geworden und zeigt jetzt sehr klar die schon früher erwähnte Wabenstruktur.

Die zuletzt vom Spermakern gegebene Schilderung kann eben sowohl für den Eikern gelten, denn beide Kerne sind einander in Gestaltung und Bau jetzt völlig gleich. Der Eikern brachte schon sehr bald ein Kerngerüst zur Ausbildung, in welchem dann ebenfalls ein Nucleolus auftrat (Fig. 176—178). Die Fig. 157 zeigt beide Kerne schon ein-

ander stark angenähert und man sieht, dass ihr Bau ein sehr übereinstimmender ist. Auch von ihrer äußeren Form gilt dasselbe. Wie schon erwähnt kann dieselbe unregelmäßig sein (Fig. 157, 158, Taf. XXXII), doch erscheinen beide Kerne auch vielfach von kugelrunder Gestalt (Fig. 176—180). Verschiedenartig ist dagegen die Größe beider Kerne. In Folge des frühen Eintritts des Spermatozoons nimmt der Spermakern rascher als der Eikern am Umfang zu und auch seine Ausbildung schreitet schneller fort. Übrigens wächst dann der Eikern rascher und wenn beide Kerne zur Berührung kommen, zeigen sie im Allgemeinen ziemlich gleichen Umfang. Es ist hier noch zu bemerken, dass die angeführten Unterschiede in den beigegebenen Figuren nicht immer in gleicher Weise hervortreten, da diese nach Schnitten ausgeführt wurden und in letzteren oft nicht die Kerne in ihrem vollen Umfang enthalten sind.

Weiterhin erleiden Ei- und Spermakern sehr auffallende Veränderungen ihrer Struktur. Von der Beschaffenheit der achromatischen Strukturen in ihrer Umgebung sehe ich dabei zunächst ab. Die Größenzunahme der beiden Kerne schreitet noch weiter fort, wovon ihre Struktur zunächst noch nicht beeinflusst wird. So zeigt die Fig. 158 einen etwas älteren Spermakern, welcher außer dem dunkel gefärbten und höchst umfangreichen Nucleolus ein wenig hervortretendes Gerüstwerk chromatischer Substanz enthält. Auffallenderweise fängt dieses letztere bei der weiteren Größenzunahme des Kernes an undeutlich zu werden. Man erkennt im Kernraum nur noch wenig ausgeprägte Chromatinstränge, die gegen den Kernsaft fast verschwimmen (Fig. 159). Später schwinden sie vollständig (Fig. 160, 161). Mit dieser Erscheinung ist eine beträchtliche Vergrößerung und eine Umgestaltung in der Struktur des Nucleolus verbunden. Diese Vorgänge betreffen in gleicher Weise sowohl den männlichen wie den weiblichen Kern, so dass sie für beide zusammen abgehandelt werden können. Sie zeigen außerdem eine große Übereinstimmung mit den Strukturveränderungen, die in einem früheren Kapitel von den Kernen der Furchungszellen beschrieben wurden (Fig. 49—60, Taf. XXIX). Ganz ähnlich wie bei jenen erfährt auch hier der Nucleolus einen Zerfall und gelangt schießlich zur Auflösung, wobei die chromatische Substanz eigenthümlichen Veränderungen unterworfen ist.

Anfangs war das Maschenwerk des Kernkörpers sehr regelmäßig gestaltet. Die Zwischenräume der Maschen erschienen ziemlich eng (Fig. 157, 158); später werden sie erheblich weiter (Fig. 159) und der Nucleolus erscheint gegen früher wie aufgebläht, zumal auch seine Färbbarkeit nicht mehr eine so starke ist. Diese nimmt überhaupt

immer mehr ab, wie dies in ähnlicher Weise auch für die Nucleolen der embryonalen Kerne festgestellt wurde. Ebenfalls übereinstimmend mit jenen stellt sich dann bald ein Zerfall des Maschenwerks ein. Die Maschenräume werden größer, was wohl damit zusammenhängt, dass einzelne von ihnen zusammenfließen. Außer den stark färbbaren Maschenwänden treten dunkle Körnchen Anfangs in geringer, später in größerer Zahl auf (Fig. 160). Damit und im Verein mit dem Zerreißen oder sonstigen Schwinden der Maschenwände wird die ganze Struktur des Nucleolus gegenüber seiner früheren Beschaffenheit außerordentlich unregelmäßig. Von den beiden in Fig. 160 abgebildeten Vorkernen zeigt der eine bereits den Anfang dieses Processes, welcher bei dem anderen schon weiter vorgeschritten ist und in dem durch Fig. 161 dargestellten Spermakern einen noch höheren Grad erreicht hat. Der letztere Nucleolus weist nur noch wenige Reste des Maschenwerkes auf, dagegen ist in ihm eine große Zahl stark gefärbter Körner enthalten. Vielfach glaubt man ganz direkt verfolgen zu können, wie diese Körner durch Zerfall des Maschenwerkes entstehen. Ich will diese Vorgänge nicht ins Einzelne verfolgen. Sie spielen sich in ähnlicher Weise ab wie bei den Embryonalkernen, bei deren Schilderung sie genauer dargestellt wurden. Nochmals hervorheben möchte ich jedoch, dass mit der Abnahme der Färbbarkeit des Nucleolus und dessen Zerfall eine Zunahme des Färbungsvermögens des »Kernsaftes« Hand in Hand geht, welche Erscheinung darauf hinweist, dass eben die färbbare Substanz des Nucleolus an den Kern selbst übergeht. Dass vom Kerngerüst zu dieser Zeit nichts mehr zu erkennen ist, wurde bereits früher mitgetheilt.

Auf einer etwas späteren Ausbildungsstufe des männlichen und weiblichen Kernes ist vom Maschenwerk des Kernkörpers nichts mehr vorhanden. Die Färbung des Kernraums ist eine noch dunklere geworden und gegen ihn hebt sich jetzt der hellere Nucleolus ganz besonders deutlich ab (Fig. 162). Letzterer ist erfüllt von heller und dunkler gefärbten Körnern verschiedener Größe, von denen anzunehmen ist, dass sie durch Zerstückelung des Maschenwerks entstanden. Man sieht die bedeutende Größe, welche die Nucleolen erlangen, die übrigens bei den in Fig. 163 abgebildeten Kernen noch zugenommen hat. Die Beschaffenheit der Kernkörper ist hier ungefähr dieselbe geblieben; eben so ihre Beziehungen zum übrigen Kern im Hinblick auf das Färbungsvermögen. Der Nucleolus erscheint hell, der Kernraum dunkel gefärbt; im letzteren ist noch immer nichts von einem Kerngerüst zu bemerken.

Für die beiden Geschlechtskerne möchte ich hier hervorheben, dass sie ihren Umfang noch bedeutend vergrößern, wenn sie sich ein-

ander schon stark genähert oder bereits berührt haben. Der Weg, welchen sie im Ei durchlaufen, ist im Hinblick auf dessen Umfang ein so kurzer, dass die immerhin recht bedeutenden Umwandlungen, welche beide Kerne erleiden, außerordentlich rasch verlaufen müssten, wenn sie schon vor ihrer Berührung beendigt sein sollten. Die Größenverhältnisse der bereits in ziemlicher Nähe gelegenen Kerne ergeben sich am besten aus einem Vergleich der Fig. 157, 160, 163, 169.

Nachdem der Nucleolus beider Kerne einen so beträchtlichen Umfang und die zuletzt geschilderten Strukturverhältnisse erreicht hat, beginnt seine thatsächliche Auflösung. Bisher war seine Begrenzung stets eine sehr scharfe gewesen. Er hob sich an seinem ganzen Umfang deutlich gegen den übrigen Kerninhalt ab, gegen den er im Anfang durch die stärkere, späterhin im Gegentheil durch die schwächere Färbung abstach (Fig. 157, 158, 160, 162). Nunmehr wird aber seine Begrenzung hier und da undeutlich, so dass sein Inhalt an einigen Stellen sich kaum mehr gegen die Umgebung abhebt. Es scheint fast, als ob in Folge der fehlenden Umgrenzung des Kernkörpers eine Mischung seines Inhalts mit dem Kernsaft einträte, so dass beide sich allmählich immer weniger in der Färbung von einander unterscheiden. Die Differenz zwischen Kernkörperinhalt und Kernraum schwindet auch in so fern immer mehr, als in dem letzteren jetzt erst vereinzelt, dann zahlreicher körnige oder strangförmige Chromatingebilde aufzutauchen beginnen. Die Figuren 164—166 wurden zur Erläuterung dieses Verhaltens angefertigt.

Fig. 164 lässt den Nucleolus zwar noch im Ganzen erkennen, aber seine Begrenzung ist im gesammten Umkreis undeutlich geworden, so dass er gewissermaßen gegen die Umgebung verschwimmt. Auffällig ist es, dass man zu dieser Zeit im Nucleolus vielfach eine Zusammenlagerung einzelner oder mehrerer Körner zu einer reihenartigen Anordnung bemerkt. Dies trat schon in einem früheren Zustand hervor, so z. B. in dem Spermakern der Fig 162. Wenn man eine solche reihenweise Anordnung der Körner in noch früheren Stadien bemerkt, so könnte man leicht geneigt sein, dieselbe auf einzelne noch erhalten gebliebene und im körnigen Zerfall begriffene Stränge des Maschenwerkes zurückzuführen. Für die späteren Stadien ist jedoch eine derartige Annahme in keiner Weise mehr stichhaltig. Der Nucleolus hat sich stark vergrößert und in seinem ganzen Bau verändert. Das körnige Stadium mit wohl ausgebildeter Begrenzung sieht man jenem zuletzt geschilderten, bei welchem die deutliche Umgrenzung verloren geht, vorangehen. Es müssen daher die aus Körnern bestehenden

strangartigen Gebilde, die man jetzt auftauchen sieht, für eine Neubildung gehalten werden.

Die reihenweise Anordnung der Körner tritt immer schärfer hervor und wird dadurch noch deutlicher, dass zwischen den einzelnen Körnern eine Verbindung hergestellt wird. Die Körner scheinen mit einander zu verkleben; indem sie selbst weniger scharf sich hervorheben, fällt der Strang als solcher mehr in die Augen (Fig. 165). Er hat das Aussehen einzelner Strecken eines körnigen Kernfadens. Da ein solcher von ebenfalls körniger Struktur im Kernraum aufzutauchen beginnt, so ist das Verhalten des Kernkörperinhalts jedenfalls auffallend. Einzelne Partien der chromatischen Struktur des Kernraums erkennt man in den Fig. 164—166.

Die Verbindung der Körner zu einem kernfadenartigen Strang macht immer weitere Fortschritte, indem diese Strangstücke länger werden. Solche gewundene Partien erkennt man z. B. in dem Nucleolus Fig. 166 an verschiedenen Stellen. Es kann nicht geleugnet werden, dass die Übereinstimmung mit einem Kernfaden hier eine auffällige ist. Da während dieses Zustandes des Nucleolus dessen Begrenzung immer unklarer wird und sein Inhalt sich mit dem übrigen Kerninhalt vermischt, so wird schließlich die Unterscheidung zwischen den im Kernkörper und den außerhalb d. h. im Kernraum liegenden geformten Gebilden schwierig und fast unmöglich. An einzelnen Stellen, wo die Grenze des Nucleolus völlig geschwunden ist, kann man jedenfalls von einem Übergang der chromatischen Substanz des Kernraums in diejenige des Kernkörpers sprechen. Man muss das Objekt selbst betrachten; Abbildungen vermögen dies nicht so deutlich und überzeugend zu machen, wesshalb ich von weiteren Figuren, die sich in großer Anzahl beibringen ließen, absehe.

Der Nucleolus, welcher bereits in einzelnen Partien kaum mehr zu erkennen war, wird späterhin völlig undeutlich, so dass sein Inhalt nunmehr thatsächlich in denjenigen des Kernes übergegangen ist. Wenn zu dieser Zeit noch strangförmige Gebilde im Kernkörper vorhanden waren, so werden sie von denen des Kernes selbst kaum zu unterscheiden sein. Dagegen kann man als deutlichen Rest des Kernkörpers im Kernraum noch eine Menge von Körnern auffinden, falls diese noch zu einer größeren Gruppe zusammen liegen, so wie dies z. B. in Fig. 167 der Fall ist. Auch sonst findet man einzelne Körner im Kernraum zerstreut, welche wohl des gleichen Ursprungs sein mögen.

Von vorn herein erscheint eine Verwendung der geformten Substanz des Kernkörpers zum Aufbau der chromatischen Theile des Kernes wenig wahrscheinlich und doch wird man bei derartigen Bil-

dern, wie ich sie hier von der Auflösung des Kernkörpers mittheilte, an eine solche denken müssen. Es liegt mir fern zu sagen, dass ich eine solche Verwendung der Nucleolensubstanz bewiesen hätte, aber als bemerkenswerth muss ich dieses Verhalten doch ansehen. Es kommt hinzu, dass ich auch bei den embryonalen Kernen ein sehr ähnliches Verhalten der Kernsubstanz bemerkte, nur dass dieses weniger in die Augen fallend als dasjenige des männlichen und weiblichen Kernes ist. Immerhin schienen auch dort die Umwandlungen des Nucleolus mit dem Schwinden und Wiederauftreten des Kernfadens in Verbindung zu stehen. Ich wies bereits bei jener Gelegenheit darauf hin, dass Färbungen mit dazu geeigneten Reagentien die hier gehegten Vermuthungen entweder zu größerer Gewissheit erheben könnten oder aber dazu führen müssten, sie zu verwerfen. Ich hoffe, dass es mir selbst noch möglich sein wird, an dem für derartige Untersuchungen offenbar recht günstigen Material besser geeignete Färbungsmethoden anzuwenden. Immerhin schienen mir die bisherigen Ergebnisse auch in der vorliegenden Form schon mittheilenswerth, da sie vielleicht zu weiteren Untersuchungen über die Bedeutung der Nucleolen Veranlassung geben. Beobachtungen, welche für eine Verwendung der Nucleolensubstanz zum Aufbau der Chromatingebilde des Kernes sprechen, sind überdies wiederholt gemacht worden und lassen es jedenfalls nicht als unmöglich erscheinen, dass Derartiges vorkommt. Auf einige der in Frage kommenden Angaben wies ich bereits weiter oben hin, als von den Kernen der Embryonalzellen die Rede war.

Ich bin auf die Strukturverhältnisse und besonders auf die Umwandlungen des Nucleolus desshalb etwas näher eingegangen, weil die Ähnlichkeit dieser Erscheinungen mit denen an den Nucleolen der Embryonalkerne eine so große ist. Man erkennt dies sofort bei einer Vergleichung der auf die Geschlechtskerne bezüglichen Figuren 157 bis 159, 160, 161, 163, 164—166 (Taf. XXXII und XXXIII) mit den auf die Embryonalkerne bezüglichen, ungefähr parallelen Figuren 49—51, 52—56, 50*B*, 58—60 (Taf. XXIX). Der anfängliche wabige Bau, dessen Zerfall, das Auftreten der Körner, das Aufblähen und die allmähliche Auflösung des Kernkörpers in Verbindung mit der Zunahme der Färbbarkeit des Kernplasmas, dem Schwinden und Wiederauftauchen der chromatischen Elemente, alles dies sind Erscheinungen, die sich hier wie dort in gleicher Weise wiederholen und die nämliche Deutung herausfordern. Eine solche wurde in dem einen wie in dem anderen Falle versucht.

Das Verhalten der beiden Geschlechtskerne wurde zunächst bis zur Auflösung ihrer Kernkörper verfolgt (Fig. 167). Des Auftretens der

chromatischen Gebilde wurde bereits gedacht. Sie erscheinen zunächst als körnige Fäden von recht unregelmäßiger Bildung. Diese Fäden ziehen eine Strecke weit durch den Kern, dann sieht man sie sich gabelförmig theilen (Fig. 168). Sie erscheinen sehr plump; die sie zusammensetzenden Körner treten deutlich hervor. Die Färbung der Fäden ist Anfangs nur eine schwache, doch nimmt dieselbe bald zu. In einem späteren Stadium (Fig. 169) sieht man das Kerngerüst besser ausgebildet. Die Fäden erscheinen stärker gefärbt; ihre Zusammensetzung aus Körnern erkennt man noch immer, aber das ganze Gerüstwerk ist so zu sagen distinkter. Längere Fadenzüge durchsetzen jetzt den Kernraum, doch findet man außer diesen nicht getheilten Partien auch noch solche, die sich gabeln. Ein einziger zusammenhängender Kernfaden ist in diesem Stadium jedenfalls nicht vorhanden. Immerhin erinnert das ganze Aussehen des Kernes bereits stark an dasjenige eines solchen, der von einem kontinuirlichen Kernfaden durchzogen wird. Aus dem Kerngerüst, von welchem man füglich jetzt noch sprechen kann, geht in Folge des Schwindens der Verbindungsstücke der Kernfaden hervor. Derselbe ist Anfangs noch sehr lang und durchzieht den Kern in einer Anzahl von Windungen, so dass dieses Stadium von dem vorigen zunächst noch wenig verschieden ist. Allmählich ändert sich jedoch die Beschaffenheit des Kernfadens dadurch, dass seine Substanz eine Verdichtung erfährt, wobei die körnige Struktur schwindet und die Färbbarkeit zunimmt. Den Verlauf dieser Vorgänge fand ich ebenfalls in beiden Kernen übereinstimmend. Man sieht jetzt in ihnen einen mehrfach gewundenen Kernfaden (Fig. 170). Ob dies thatsächlich ein einziger, zusammenhängender Faden ist oder ob er aus zwei Stücken besteht, wie man vermuthen könnte, diese Frage zu entscheiden war weder in diesem Stadium noch in den jetzt folgenden Zuständen beider Kerne möglich, da der Faden wie gesagt verschiedene Windungen macht und man diesen nicht stetig zu folgen vermag.

Mit der Verdichtung des Chromatins im Kernfaden war auch eine Verkürzung desselben verbunden, die sich nunmehr noch weiter fortsetzt, wie man dies aus einem etwas vorgeschritteneren Stadium (Fig. 171) erkennt. Diese Verkürzung nimmt auch weiterhin noch ihren Fortgang und eben so die Zunahme der Färbbarkeit des Kernfadens. Übrigens bemerkt man jetzt eine Verminderung des Volumens beider Kerne, während dieselben bis vor Kurzem an Umfang stets zugenommen hatten. Bisher waren beide Kerne sehr scharf begrenzt (Fig. 170, 171), doch beginnt nunmehr ihre Umgrenzung undeutlich zu werden. Noch kann man zwar beide Kerne in ihrem ganzen Umfang erkennen (Fig. 172), aber hauptsächlich nur daran, dass der Kernraum heller erscheint als

die Umgebung. Die Membran der Kerne ist fast ganz geschwunden. Geltend macht sich auch die Volumabnahme beider Kerne, welche wohl von einer Vertheilung des Kernsaftes in die Umgebung herrührt. Jedenfalls schwindet die Abgrenzung beider Kerne nun bald völlig und man kann dann beide nur noch an den getrennten Chromatinpartien erkennen.

Schon zu einer Zeit, da man die Anlage der Spindel deutlich wahrnimmt (Fig. 171, 172), sind doch beide Kerne noch vollständig von einander getrennt und zum Theil in der völlig gleichen Ausbildung wie früher vorhanden (Fig. 171). Ihre Vereinigung erfolgt also erst sehr spät und auch in der schon gebildeten Furchungsspindel kann man die jedem Kern zugehörige Chromatinpartie noch wahrnehmen (Fig. 173). Die schon vorher bemerkte Verkürzung des Kernfadens hat sich unterdessen im verstärkten Maße fortgesetzt und endlich ließ sich auch eine Zweitheilung der Chromatinpartie jedes Kernes deutlich erkennen. Wenn die Kernmembran geschwunden ist und das Chromatin nunmehr direkt in der unterdessen zur Ausbildung gelangten Spindel liegt (Fig. 173), finden sich zwei Paare von Kernschleifen in derselben Lage, wie sie aus dem Ei- und Spermakern hervorgingen. Dass diese »bilaterale Symmetrie« auch fernerhin bei den embryonalen Kernen noch vorhanden wäre, wie dies Rückert ganz neuerdings für den von ihm untersuchten *Cyclops* angiebt und für andere Formen wahrscheinlich machte, habe ich nicht beobachtet.

Die Schleifen sind noch immer ziemlich lang und mehrfach gewunden. Um in die endgültige Form der Chromosomen überzugehen, müssen sie sich noch bedeutend verkürzen. Auch ihre Lage hat sich noch entsprechend zu verändern. Die weiter ausgebildete Furchungsspindel ist in Fig. 174 bei schwächerer Vergrößerung dargestellt. Sie weist in der Äquatorialplatte vier gegen früher erheblich verkürzte, aber noch immerhin ziemlich lange Kernschleifen auf. Man sieht also auch bei *Ophryotrocha*, wie dies nach E. van Beneden's Entdeckung an *Ascaris* auch bei einer Reihe von anderen Formen bekannt geworden ist, die Chromosomen des väterlichen und diejenigen des mütterlichen Kernes getrennt von einander in die Äquatorialplatte der Furchungsspindel eintreten und dem entsprechend auch bei der nunmehr erfolgenden Theilung zunächst getrennt bleiben. Dieses Folgestadium, die erste Furchungsspindel mit den beiden Tochterplatten bringe ich hier ebenfalls noch zur Darstellung, weil die Zahlenverhältnisse ihrer Chromosomen aus dem in einem früheren Kapitel besprochenen Grunde von Wichtigkeit sind. Jeder Tochterstern enthält vier hufeisenförmige Chromosomen. Die Chromatinverhältnisse der ersten Furchungsspindel

sind also dieselben, wie sie auch weiter oben von den ersten Furchungsstadien und anderen embryonalen Zellen beschrieben wurden (Fig. 19—21, Taf. XXVIII). Bezüglich ihrer sonstigen Gestaltung scheint die erste Furchungsspindel mit der in Bildung begriffenen ersten Richtungsspindel Ähnlichkeit zu haben, indem auch bei ihr Mantelfasern vorhanden sind, die von Pol zu Pol ziehen (Fig. 174, 175). Genauer habe ich allerdings die achromatischen Strukturen der ersten Furchungsspindel nicht untersucht. In ihrer Gestalt ist sie von der ausgebildeten ersten Richtungsspindel sehr different, was damit zusammenhängt, dass sich bei dieser die sehr verkürzten Chromosomen inmitten der Spindel dicht zusammendrängen, während hier vier noch recht umfangreiche und von einander ganz unabhängige Kernschleifen vorhanden sind (Fig. 92, 93, Taf. XXX, Fig. 174, 175, Taf. XXXIII). Die Gestalt der ersten Richtungsspindel ist dem entsprechend eine sehr schlanke, die der ersten Furchungsspindel eine weit plumpere.

Bei der bisherigen Darstellung des Befruchtungsvorganges wurde absichtlich fast nur des Kernes selbst gedacht und die achromatische Struktur zumeist unberücksichtigt gelassen, doch muss dies nunmehr nachgeholt werden. Vom Eikern wurde schon erwähnt, dass seine Polstrahlung zwar zunächst noch erhalten sein kann (Fig. 114, Taf. XXXI), jedoch bald verloren geht. Der nach der Eimitte hin sich bewegende Eikern entbehrt jedenfalls der Strahlung gänzlich. Weder von ihr noch von einem Centrosoma ist an ihm etwas wahrzunehmen (Fig. 176). Das Gleiche ist auch in späteren Stadien der Fall (Fig. 177—179). Anders verhält es sich mit dem Spermakern. Von ihm wurde früher bereits angegeben, dass die Strahlung schon sehr bald auftritt und zwar hinter dem Spermatozoenkopf, so dass die Annahme seiner Entstehung aus einem Mittelstück gerechtfertigt erscheint (Fig. 101, 102, Taf. XXX). Die Anfangs schwache und wenig umfangreiche Strahlung des Spermakerns breitet sich bald immer weiter aus. Sie liegt jetzt vor dem Spermakern, wohin sie jedenfalls durch dessen Drehung gelangt ist. Allerdings ist dies nicht regelmäßig der Fall. Wie ich schon erwähnte kann die Polstrahlung auch bei tiefer eingedrungenen Kernen hinter denselben, d. h. also nach außen von ihnen liegen. Die Drehung des Spermatozoenkopfes scheint demnach nicht regelmäßig zur selben Zeit einzutreten. Ich fand sie zuweilen bereits vollzogen oder doch in Ausführung begriffen, wenn der Kern erst eine kurze Strecke vom Eirand entfernt war und bezüglich seiner Struktur noch völlig homogen erschien. Die Fig. 101 (Taf. XXX) stellt einen solchen Fall dar; bei etwas weiter fortgeschrittenen Spermakernen kann die Strahlung bereits nach innen zu oder vor deren Kern liegen. Dieses Verhalten dient

zur Erläuterung recht verschiedenartiger Bilder, wie man sie vom Ei- und Spermakern wie von der Lagerung der Centrosomen des letzteren erhält. Bei älteren Kernen sieht man nämlich die Polstrahlungen eine recht verschiedene Stellung zu den beiden Geschlechtskernen einnehmen. Hierbei muss jedenfalls auch die Eintrittsstelle des Spermatozoons berücksichtigt werden, die man jedoch am Ei von *Ophryotrocha* in späteren Stadien nicht mehr feststellen kann. Ich erwähnte bereits früher, dass dieselbe eine wechselnde ist. Dringt das Spermatozoon, wie es der Fall sein kann, in der Nähe der Richtungsspindel ein, so wird sich der Weg des Spermakerns jedenfalls etwas anders gestalten, als wenn das Spermatozoon an einer den Richtungsspindeln ungefähr entgegengesetzten Stelle in das Ei eintrat. Derartig möchte ich mir die Lageverschiedenheiten erklären, wie sie z. B. in den Fig. 176—180, Taf. XXXIII, Fig. 181—183, Taf. XXXIV hervortreten. Hier findet man übrigens zumeist nicht mehr eine einzelne sondern eine doppelte Strahlung vor, wesshalb ich zunächst auf deren Entstehung einzugehen habe.

So lange die Richtungsspindeln im Ei andauern, pflegt der Spermakern in seiner Ausbildung nur wenig fortzuschreiten. Sein Umfang nimmt nur um ein Geringes zu und auch die Veränderung seiner Struktur ist nur unbedeutend. Dagegen kann er allerdings schon während der Richtungskörperbildung bis gegen die Mitte des Eies vordringen. Die Fig. 110 (Taf. XXXI) stellt z. B. einen solchen Fall dar. Die Aufquellung des Spermakerns hat schon begonnen und er besitzt eine höchst umfangreiche Strahlung. Das Ei befindet sich im Stadium der Bildung des zweiten Richtungskörpers mit schräg gestellten Spindeln. In den Eiern eines anderen Geleges, dessen zweite Richtungsspindeln zumeist auf einem etwas vorgeschritteneren Stadium (Fig. 111, Taf. XXXI) sich befanden, zeigte der Spermakern eine ähnliche Lage und Beschaffenheit. Das Gleiche gilt von der Strahlung in manchen Eiern; in anderen Eiern erschien dieselbe bereits doppelt. Es kann also schon zu dieser Zeit die Theilung des Centrosomas stattfinden; für gewöhnlich sah ich dieselbe jedoch erst später eintreten. Sie geht auf die bekannte Weise durch Einschnürung und Zertheilung des Centrosomas bezw. Archoplasmas vor sich (Fig. 177, 178). Ehe ich jedoch auf diese wie auf die Bildung des achromatischen Theils der Spindel eingehen kann, muss ich darauf zu sprechen kommen, was man beim Befruchtungsvorgang der *Ophryotrocha* unter dem Centrosoma zu verstehen hat. Ich hob bereits früher bei der Schilderung des Zustandekommens der Richtungsspindel hervor, dass ich leider durch Materialmangel genöthigt war, zunächst die für die Erhaltung der chromatischen Substanz geeigneten Konservirungsmittel anzuwenden und meine Aufmerksamkeit nicht in der gewünschten Weise

auch den achromatischen Strukturen zuwenden konnte. Dieser Mangel macht sich hier um so fühlbarer.

Bei den Richtungsspindeln boten sich folgende Befunde dar. An den Polen war entweder nur ein ziemlich homogener oder feinkörniger Plasmahof vorhanden (Fig. 94—100, Taf. XXX), den ich schlechthin als »Archoplasma« ansprach, oder ich konnte in einem solchen Plasmahof, von welchem wie dort die Radien der Strahlung ausgingen, noch ein helles rundes Gebilde beobachten, welches ich dann für das Centrosoma halten musste. Dieselbe Bildung war in manchen Fällen recht deutlich, in anderen Fällen undeutlich; im Ganzen ließ sich wenig Bestimmtes über sie aussagen (Fig. 92, 93, Taf. XXX, 103—106, Taf. XXXI und andere Figuren). Zuweilen sah ich dieses selbe Gebilde sich weniger durch die helle Färbung als durch scharfe Umgrenzung auszeichnen (Fig. 147, 148, Taf. XXXII). In seltneren Fällen konnte ich inmitten des Archoplasmas zwei kleinere rundliche Gebilde erkennen (Fig. 91 *a*, Taf. XXX). Bei so verschiedenen Befunden ist man in Verlegenheit, welche dieser Gebilde nun wirklich als Centrosomen anzusprechen sind. Es kann allerdings kein Zweifel sein, dass die Differenzen wohl zunächst durch die für die Darstellung dieser Gebilde wenig geeigneten Konservirungsmethoden veranlasst sind. Aus diesem Grunde schien es mir auch nicht lohnend, die Präparate noch nachträglich der Behandlung mit den Heidenhain'schen Färbungsmitteln zu unterziehen, zumal es sich auch gewöhnlich um diejenigen Präparate handelte, welche gerade die für mich wichtigeren chromatischen Strukturen besonders klar erkennen ließen.

Wie die Befunde an den Richtungsspindeln schon unter sich nicht recht in Übereinstimmung zu bringen sind, so lassen sich mit ihnen auch diejenigen an den Befruchtungsstadien nicht ganz vereinigen. Allerdings findet sich unter Umständen am Spermakern ähnlich wie dort an den Polen der Spindel ein einfacher Plasmahof von homogener oder feinkörniger Beschaffenheit, von welchem die Strahlung ausgeht (Fig. 101, 102, Taf. XXX). Auch ein solcher Plasmahof mit eingelagertem hellen Gebilde kommt vor, ebenfalls ähnlich dem Verhalten der Polstrahlungen bei den Richtungsspindeln (Fig. 110, Taf. XXXI). Wenn ein solcher dunkler Hof in der Umgebung der hellen Kugel vorhanden ist, so sieht man jedoch meistens die Radien bis zu dieser letzteren vordringen oder besser gesagt direkt von ihr ausgehen. Dieses Verhalten ist das gewöhnliche: ein dem Kern noch ziemlich dicht anliegendes und dann halbmondförmiges oder, wie es meist der Fall ist, ein kugliges helles Gebilde, welches neben dem Kern liegt (Fig. 151—155, Taf. XXXII). Höchst wahrscheinlicher Weise ist dieses als das Centrosoma anzusehen, in ähnlicher Weise, wie dies auch für die Richtungsspindel angenommen

wurde, bei welcher eine Theilung verfolgt werden konnte (Fig. 104—106, Taf. XXXI). Wenn es nicht zu sehen, sondern nur eine dunkle körnige Plasmamasse am Spermakern zu bemerken ist, muss man annehmen, dass es in Folge ungenügender Konservirung nicht zum Ausdruck kam. Eben so wie bei den Richtungsspindeln kann dieses Gebilde, wie bereits erwähnt wurde, noch von einem dunklen, ziemlich homogenen Plasmahof umgeben sein, welcher dann zwar nicht immer, aber doch gewöhnlich die von der Mitte ausgehenden Strahlen erkennen lässt. Der Spermakern selbst wird übrigens sehr bald in diese Strahlung hineingezogen, so dass diese auch von ihm mit auszugehen scheint (Fig. 151—155, Taf. XXXII). Der dunkle Hof kann sich übrigens über einen großen Theil des Strahlensystems ausbreiten (Fig. 176—178 u. a. Fig.), doch treten die Radien stets über ihn hinaus in das Eiplasma von gewöhnlicher Färbung. Wie man aus den mitgetheilten Figuren erkennt, zeigen die centralen kugligen Gebilde einen sehr verschiedenen Umfang. Ich finde sie zuweilen nur klein (Fig. 176, 179, 180), in anderen Eiern dagegen bedeutend umfangreicher (Fig. 182). Man geht wohl nicht fehl, wenn man dieses Verhalten durch die differente Wirkung der Reagentien erklärt.

Es kann kaum ein Zweifel darüber obwalten, dass die hellen kugligen Gebilde dieselben sind, welche auch andere Autoren am Spermakern fanden. So stimmen sie z. B. mit den von Boveri bei *Ascaris* beschriebenen Bildungen in so fern überein, als auch dort ein kugliges helleres centrales Gebilde von einem dunklen, von Strahlen durchsetzten Plasmahof umgeben ist. Von ihm aus setzen sich die Strahlen auf das übrige Eiplasma fort. Diese Bildungen sind Anfangs kleiner und wachsen dann später. Die Größendifferenzen sind also dort normaler Natur und durch die Entwicklung dieser Bildungen bedingt. Nach Boveri's erst neuerdings wieder ausführlicher begründeter Auffassung entsprechen die hellen kugligen Gebilde den Centrosomen, welche man sich demnach nicht immer nur als sehr kleine Körperchen vorzustellen hätte, sondern die auch eine recht bedeutende Größe erlangen können. Ganz besonders umfangreich findet sie Boveri auch nach seinen neueren Untersuchungen an Echinodermen. Im Seeigelei können sie zu zwei mächtigen, von der Strahlensonne umgebenen Kugeln heranwachsen. Boveri möchte diese Auffassung der Gebilde auch gegenüber den ebenfalls an Echinodermeneiern angestellten Untersuchungen von Wilson und Mathews aufrecht erhalten, welche dieselben Gebilde als Archoplasmen ansprechen. Kleinere Gebilde, welche gelegentlich in den »Centrosomen« gefunden wurden, und welche man wohl für diese selbst halten könnte, bezeichnet Boveri als Centro-

someneinschlüsse. Auch bei *Ophryotrocha* findet man Ähnliches. So bemerkte ich zuweilen noch innerhalb des hellen kugligen Gebildes ein centrales, ein wenig dunkler gefärbtes Korn von ebenfalls kugelförmiger Gestalt (Fig. 156). Ob derartige Gebilde oder die großen hellen Kugeln selbst als die Centrosomen anzusehen sind, vermag ich an meinem Objekt nicht zu entscheiden. Darin muss ich Boveri beipflichten, dass die von ihm als Centrosomen bezeichneten hellen Gebilde vielfach eine völlig scharfe Begrenzung aufweisen, was ich sowohl an den Richtungsspindeln wie an den Strahlungen der Spermakerne beobachten konnte. Dass diese an meinen Objekten nicht regelmäßig vorhanden ist, kann möglicherweise an der hierfür nicht genügenden Konservirung derselben liegen. Das Verhalten, welches diese Gebilde bei der Theilung zeigen, könnte Boveri's Auffassung nur bestätigen. Man sieht die regelmäßig gestalteten und scharf begrenzten Gebilde sich einschnüren und durchtheilen, wie dies von den Centrosomen bekannt ist. Zwischen beiden Theilstücken spannen sich dann die Fasern aus. Man kann dieses Verhalten sowohl bei den Richtungspindeln als auch bei den Spermakernen beobachten.

Die Theilung des Centrosomas am Spermakern kann, wie schon erwähnt, bereits eintreten, wenn die zweite Richtungsspindel im Ei noch vorhanden ist, doch erfolgt sie zumeist erst später, wenn der Spermakern schon größer geworden ist. Sie geht in ganz ähnlicher Weise vor sich, wie dies in einem früheren Kapitel auch schon für die Richtungsspindeln beschrieben wurde (Fig. 105, 106, Taf. XXXI). Das Centrosoma, ich nenne es so, ohne mich damit für seine wirkliche Bedeutung als solches verbürgen zu wollen, schnürt sich ein, wodurch eine semmelförmige Figur zu Stande kommt (Fig. 178, Taf. XXXIII). Die beiden so entstandenen Centrosomen rücken bald aus einander (Fig. 179) und zwischen ihnen sieht man Fäden auftreten, die sich etwas stärker hervorheben als die Radien der Strahlung (Fig. 177, 176, 180 bis 182). Man erhält also ungefähr dieselben Bilder, wie sie auch bei der Bildung der Richtungsspindeln auftreten und es ist in Bezug auf sie dasselbe wie dort zu sagen. Darüber, dass eine Art von Centralspindel durch die zwischen den Centrosomen vorhandenen Fasern gebildet wird, kann kein Zweifel sein, aber ob diese Fasern bei der Theilung der Centrosomen selbst entstanden oder nicht als bloße Radien des Strahlensystems aufzufassen sind, diese Frage lasse ich hier eben so wie bei den Richtungsspindeln unentschieden. Thatsache ist es hier wie dort, dass die Centralspindel, auch wenn sie als solche angelegt wurde, nicht erhalten bleibt, da das Auseinanderweichen der Centro-

somen und die Lagerung der Kerne zwischen ihnen ihr Bestehenbleiben verhindert.

Aus den angeführten Figuren (176—182), welche die Theilung der Centrosomen illustriren, ergiebt sich auch die bereits erwähnte Thatsache, dass die Theilung zu recht verschiedener Zeit erfolgt oder dass die Centrosomen lange in der Stellung verharren, welche sie kurz nach der Theilung aufweisen. Dass aber thatsächlich die Theilung auch recht spät erfolgen kann, darüber lassen Bilder wie das in Fig. 178 gegebene keinen Zweifel. Andererseits kann die Theilung bereits vor sich gehen, wenn der Spermakern die Beschaffenheit des in Fig. 110 (Taf. XXXI) abgebildeten besitzt. Die Figuren 176, 177, 179—182 zeigen dann die Centrosomen in einer Stellung, welche jedenfalls auf die erst kurz vorher vollzogene Theilung hinweist und doch sind diese Kerne in ihrer Ausbildung sehr verschieden, wie schon ihre Größe erkennen lässt.

Die Lage der Doppelstrahlung zum Kern ist ebenfalls eine recht verschiedene und hängt jedenfalls von den oben erwähnten Umständen, nämlich vom Eindringen und der Drehung des Spermakerns ab. In Fig. 177 und 180 liegt die Strahlung so, wie man sie zu finden erwartet, wenn das Spermatozoon in der Gegend des vegetativen Pols in das Ei eintrat und ähnlich liegen die Verhältnisse auch in den durch Fig. 176 und 178 dargestellten Eiern, obwohl in ihnen schon eine gewisse seitliche Verschiebung eingetreten ist. Die Kerne zeigen übrigens gerade in diesen Eiern eine sehr verschiedenartige Ausbildung. Während Ei- und Spermakern in Fig. 176 noch sehr klein sind und der eine von ihnen noch keinen Nucleolus besitzt, ist ihre Ausbildung in Fig. 177 weiter fortgeschritten. Beide Kerne haben sich thatsächlich vergrößert und beide sind mit Nucleolen versehen. Die Größe und innere Ausbildung hat in Fig. 178 noch weitere Fortschritte gemacht und doch tritt in diesem Ei erst jetzt die Theilung der Centrosomen ein, welche in den vorher erwähnten Eiern (Fig. 176 und 177) schon vollzogen war. Die dunkle Zone, welche die Centrosomen umgiebt, tritt an allen diesen Eiern deutlich hervor. Zu bemerken ist weiterhin das gänzliche Fehlen der Strahlung am Eikern in diesen wie auch in den weiterhin zu besprechenden Eiern.

Eine ganz abweichende Stellung zeigt die Doppelstrahlung in Fig. 181, 182 und besonders in Fig. 179. Die nahe liegende Erklärung für diese Lage der beiden Centrosomen scheint mir, dass die Spermatozoen in diesen Fällen mehr von der Seite her (Fig. 181) oder mehr gegen den animalen Pol zu eingedrungen sind (Fig. 182, 179). Mit Sicherheit ist dies natürlich nicht mehr zu sagen. Es kann viel-

leicht auch eine nachträgliche Drehung des Spermakernes eingetreten sein.

In den Fig. 179—181 ist übrigens die Struktur beider Geschlechtskerne in so fern bemerkenswerth, als kein Nucleolus vorhanden ist und der Kern bereits das Gerüstwerk aufweist, obwohl er in seiner Größe und der Anlagerung der achromatischen Theile von der endgültigen Ausbildung noch ziemlich weit entfernt ist. Zumal betrifft dies den Eikern. Denselben fand ich übrigens mehrfach in seiner Ausbildung weiter zurückstehend, was ja durch seine spätere Entstehung erklärt wird. Dass er längere Zeit einen geringeren Umfang besitzt als der Spermakern, wurde bereits weiter oben erwähnt und geht auch aus den hier beigegebenen Figuren hervor. Aus Fig. 176 erkennt man, dass der Spermakern bereits einen Nucleolus besitzt, der Eikern aber nicht. In Fig. 182 steht der Eikern in seiner Ausbildung dadurch hinter dem Spermakern zurück, dass bei ihm der Nucleolus noch vorhanden, bei diesem jedoch bereits zur Auflösung gekommen ist. In Fig. 183 zeigen die beiden noch nicht zur Berührung gelangten Kerne einen wohlausgebildeten Kernkörper.

An die letztgenannte Figur (183) möchte ich die weitere Ausbildung der achromatischen Struktur der Spindel anknüpfen. Wie erwähnt, rücken die beiden Centrosomen nach geschehener Theilung aus einander, wobei anstatt der anscheinend vorhandenen Centralspindel zwischen beiden Centrosomen Strahlen auftreten, gleich denen in ihrem sonstigen Umkreis. Die Centrosomen beginnen sich jetzt so zu lagern, wie dies ihrer endgültigen Stellung an der Spindel entspricht. Da sie nun vorher eine etwas verschiedenartige Stellung zu den Kernen einnehmen können, so muss auch diese Lageveränderung auf verschiedene Weise vor sich gehen. Wenn die Centrosomen die, wie es scheint, am häufigsten vorkommende Lage zwischen dem Ei- und Spermakern einnehmen (Fig. 177, 180), so rücken sie wohl einfach aus einander und indem die beiden Kerne sich an einander legen, ist die künftige Lage der Spindel schon bestimmt. Die Centrosomen haben ihre endgültige Lage eingenommen. Liegen die Centrosomen hingegen vom Eikern abgewendet (Fig. 179, 182), so muss eines von ihnen um den Spermakern herumrücken (Fig. 183) oder aber die Kerne treten, nachdem auch hier die Centrosomen aus einander gewichen sind, zwischen ihnen hindurch, wobei der Spermakern vom Eikern weiter gedrängt wird, um diese etwas rohe Ausdrucksweise zu gebrauchen. Die Lage der Kerne und Centrosomen, wie sie sich in Fig. 179 darstellt, lässt den Vorgang derartig auffassen, da die Kerne hier noch nicht die centrale Lage eingenommen haben, welche die Furchungsspindel zeigt.

Ähnliches ist aus Fig. 183 zu entnehmen. In wie weit bei diesen Lageveränderungen der Kerne aktive Bewegungen derselben betheiligt sind, worauf ihre an eine amöboide Beweglichkeit erinnernde Gestaltsveränderung (Fig. 156—158) hinweisen könnte oder in wie weit die Verschiebungen durch die Radien veranlasst werden oder ob sie schließlich nur die Folge von Umlagerungen in der Eisubstanz sind, kann hier nicht entschieden werden. Sollte die Strahlenbildung direkt oder indirekt auf die Bewegung der Kerne von Einfluss sein, was wohl ohne Weiteres angenommen werden darf, so müsste die treibende Kraft vom Spermakern ausgehen, da dem Eikern die Strahlung fehlt. Thatsächlich erstreckt sich die Strahlung schon sehr bald in das Gebiet des Eikerns hinein, wie die Fig. 176—183 erkennen lassen.

In den weiter ausgebildeten Kernen sieht man die Centrosomen derartig liegen, dass sie beide Kerne mit ihrer Strahlung zwischen sich fassen (Fig. 167—169). Ich kann hier keinen Unterschied zwischen denjenigen Strahlen sehen, welche nach außen hin, und denen, die gegen die beiden Kerne gerichtet sind und die späterhin wohl die Spindelfasern zu liefern haben, wie ich annehme. Allerdings muss ich nochmals betonen, dass meine Untersuchungen nicht besonders auf diesen Punkt gerichtet waren.

Man bemerkt vielfach in Stadien, in denen die Centrosomen schon längst ausgebildet sein und ihre definitive Lagerung eingenommen haben müssen, dass die beiden Geschlechtskerne nur von einem hellen Hof umgeben sind, um welchen sich wieder eine breite dunkle Zone herumzieht (Fig. 162, 163). Dasselbe kommt auch bei früheren Stadien vor (Fig. 157, 160) und ist offenbar nur auf den mangelhaften Erhaltungszustand der Centrosomen und Strahlungen zurückzuführen, welche nur in jenem hellen und dunklen Hof zum Ausdruck kommen. Es geht dies aus einem Vergleich jener Bilder mit anderen (Fig. 167 und 168) hervor, bei welchen jene Erscheinung auch zu bemerken ist, die Centrosomen aber gleichzeitig besser ausgebildet und deutlich erkennbar sind.

Anfangs liegen die Centrosomen den beiden Kernen ziemlich nahe an (Fig. 169), so dass die gegen die Kerne gerichteten Radien sehr kurz sind. So fand ich die Lage der Centrosomen auch noch in einem Stadium, in welchem der Kernfaden schon recht weit ausgebildet ist (Fig. 170). Eine wesentliche Differenz der nach außen und der gegen die Kerne hin verlaufenden Radien vermochte ich weder jetzt noch in etwas späteren Stadien an meinen Präparaten zu erkennen. Die Centrosomen beginnen nunmehr von den Kernen wegzurücken, so dass die gegen die letzteren gerichteten Radien dadurch länger werden (Fig. 171).

Die Centrosomen nehmen während dieser Vorgänge und auch in den folgenden Stadien ziemlich beträchtlich an Umfang zu (Fig. 167—175), was ich hier nicht auf die Rechnung einer verschiedenartigen Konservirung, sondern auf ein wirkliches Wachsthum derselben setzen möchte, wie es auch BOVERI für die entsprechenden Gebilde an den Eiern verschiedener Thiere beobachtete.

Das Abrücken der Centrosomen von den Kernen nimmt seinen Fortgang, und die Gestalt der Spindel tritt nunmehr bereits erkennbar hervor (Fig. 172). Offenbar entstehen hier die Spindelfasern außerhalb des Kernes, ob und wie sie aus jenen Strahlen hervorgehen, habe ich jedoch nicht verfolgt. Es ist jedenfalls zunächst eine größere Anzahl von Strahlen vorhanden, als später Spindelfasern gebildet werden. Dies schien mir auch in einem späteren Stadium noch der Fall zu sein, in welchem die Spindel schon weit deutlicher ausgebildet und die Membran der Kerne geschwunden ist, so dass die Kernschleifen jetzt der Spindel selbst angehören (Fig. 173). Es ist nunmehr auch eine Verbindung der von dem einen und vom anderen Pol ausgehenden Fasern hergestellt, denn es giebt jetzt von Pol zu Pol durchgehende Fasern (Fig. 173, 174). Dass dieselben durch Ausziehen der Fasern der vermuthlichen Centralspindel entständen, indem letztere doch während der geschilderten Vorgänge erhalten bliebe, kann ich nicht wohl annehmen, und wenn dies nicht der Fall ist, so müsste also eine Verbindung der von dem einen oder vom anderen Pol ausgehenden Fasern direkt oder durch Vermittelung der achromatischen Substanz der zwischenliegenden Kerne hergestellt werden. Beides ist möglich, kennt man doch auch bei dem gewöhnlichen Verlauf der Theilung Spindeln, deren Strahlensysteme Anfangs getrennt sind, indem der umfangreiche Kern zwischen ihnen liegt, und deren Spindelfasern zum Theil außerhalb des Kernes, zum Theil jedoch innerhalb desselben aus seiner achromatischen Substanz entstehen. Solche »gemischtfaserige Spindeln« beobachtete z. B. BRAUS in den Zellen der Blastula von *Triton*. Wenn auch nicht in vollkommener Übereinstimmung mit der Bildung dieser Spindeln, bei denen schon früh die im Kern liegenden Fasern dessen Membran durchsetzen und gegen die Pole hinziehen, wohl aber in ähnlicher Weise kann man sich die Entstehung der ersten Furchungsspindel bei *Ophryotrocha* vorstellen, indem die Anfangs außerhalb des Kernes gelegenen Spindelfasern sich in den Bereich der beiden Kerne hinein verlängern und hier ihre Vereinigung finden. Dass Spindelfasern zunächst aus der Kernsubstanz hervorgingen und in umgekehrter Erstreckung sich gegen die Pole hin fortsetzten, habe ich jedenfalls nicht beobachtet.

In ganz ähnlicher Weise wie bei *Ophryotrocha* kommt die Furchungsspindel auch bei anderen Formen zur Ausbildung. So giebt Boveri von der Befruchtung von *Pterotrachea* und *Phyllirhoë* eine Darstellung, aus welcher hervorgeht, dass die sehr umfangreichen Kerne zwischen den beiden Strahlensystemen gelegen sind, ohne dass diese zunächst in Berührung stehen. Hier muss also die Spindel auf ganz ähnliche Weise wie bei *Ophryotrocha* zu Stande kommen. Diese Verhältnisse variiren übrigens sehr stark bei verschiedenen Formen. So bleiben z. B., wie ebenfalls aus Boveri's Darstellung zu entnehmen ist, auch bei *Ciona intestinalis* der männliche und weibliche Kern mit ihren Membranen lange erhalten, aber zwischen ihnen verläuft vom einen zum anderen Centrosoma eine Faserung, d. h. es ist eine Centralspindel vorhanden, welche bei der Theilung des Centrosomas zwischen den nicht zur Berührung gelangten Kernen zur Ausbildung kam. Diese gegenüber der Strahlung nur wenig umfangreichen Kerne verlieren ihre Membranen, ohne sich vorher berührt zu haben. Wieder andere Verhältnisse ergeben sich dann, wenn die Membran beider Kerne schon sehr früh zur Auflösung kommt, wie dies z. B. bei *Ascaris megalocephala* der Fall ist. Trotzdem entstehen nach Boveri auch bei diesem Wurm die Fasern der ersten Furchungsspindel aus dem Zellplasma. *Ascaris megalocephala* verhält sich übrigens in dieser Hinsicht ganz eben so, wie ich dies für *Ophryotrocha* feststellen konnte. Während die achromatischen Bestandtheile der ersten Furchungsspindel aus dem Zellplasma hervorgehen, entstehen diejenigen der ersten Richtungsspindel aus dem Kerninhalt. Das Gleiche findet bei *Ophryotrocha* statt.

Fasse ich jetzt den ganzen Verlauf des Befruchtungsvorganges bei *Ophryotrocha* zusammen, so ergiebt sich Folgendes: Das Spermatozoon dringt zur Zeit der Verkürzung und Theilung der ersten Richtungsspindel in das Ei ein; die Stelle des Eintrittes ist eine sehr wechselnde. Die Strahlung tritt sehr früh auf, und zwar an der Basis des Spermatozoenkopfes, also hinter diesem, gelangt jedoch bald durch seine Drehung vor ihn zu liegen. Während der Ausstoßung der Richtungskörper verändert sich der Spermakern noch wenig in seiner Struktur und zeigt noch einige Zeit die intensive dunkle und homogene Beschaffenheit des Spermatozoenkopfes, jedoch bewegt er sich bereits gegen die Mitte des Eies zu und kann hier schon angekommen sein, wenn die zweite Richtungsspindel noch vorhanden ist. Durch Auftreten von Vacuolen in der dunklen, homogenen Masse und durch Aufquellen der letzteren nimmt der Spermakern allmählich das Aussehen eines gewöhnlichen Zellkernes an. Ein Chromatingerüst tritt in ihm auf, und ein umfangreicher Nucleolus kommt zur Ausbildung. Eine ähnliche Struktur hat der Eikern

angenommen. Auch er bewegt sich gegen die Mitte des Eies. Unmittelbar nach der Ausstoßung des zweiten Richtungskörpers war an ihm die Polstrahlung noch vorhanden, doch geht dieselbe bald verloren. Der Eikern besitzt später keine Strahlung mehr und betheiligt sich dem entsprechend auch nicht an der Lieferung derselben für die Furchungsspindel. Die Polstrahlungen derselben kommen allein vom Spermatozoon her. Die schon früher erwähnte Strahlung des Spermakerns theilt sich bald, und indem beide Centrosomen an den unterdessen zur Berührung gelangten beiden Kernen die entsprechende Stellung einnehmen, liefern sie die Polstrahlungen der Furchungsspindel. Von einer Antheilnahme des weiblichen Elements bei diesem Vorgang und von FOL's Centrenquadrille ist also nicht die Rede.

Ehe beide Kerne sich einander näherten und zur Berührung gelangten, hatten sie ganz bedeutend an Umfang zugenommen. Besonders in die Augen fällt jetzt ihr sehr umfangreicher Nucleolus, der einen wabigen Bau zeigt. Derselbe gelangt wieder zur Auflösung, bei welchem Vorgang der Kernsaft eine dunkle Färbung annimmt und das Chromatingerüst des Kernes schwindet. Nach der Auflösung des Nucleolus tritt das Gerüst von Neuem wieder hervor. Bezüglich der Einzelheiten dieser eigenartigen Vorgänge sei auf die genauere Darstellung verwiesen. Aus dem Chromatingerüst bildet sich der lange, mehrfach gewundene Kernfaden hervor, bezw. die beiden langen schleifenförmigen Chromosomen. Durch deren Verkürzung ergiebt sich späterhin die definitive Gestalt der Chromosomen. Ehe diese aber erreicht wird, löst sich die Membran beider Kerne, die sehr lange erhalten blieb, auf. Die Furchungsspindel ist bereits durch die Radien der beiden Strahlensysteme vorgebildet. Die Spindelfasern entstehen wohl größtentheils aus dem Zellplasma. In der Spindel liegen jetzt an derselben Stelle, wo kurz vorher beide Kerne noch deutlich erhalten waren, je zwei lange schleifenförmige Chromosomen. Durch völlige Ausbildung der Spindelfasern und durch die erwähnte Verkürzung der Chromosomen erreicht die Furchungsspindel ihre definitive Gestalt. Die bisher ihrer Entstehung entsprechend in zwei Paaren angeordneten Chromosomen lagern sich nunmehr zur Bildung des Monasters in die Mitte der Spindel. Es sind jetzt vier schlanke Kernschleifen vorhanden, durch deren Längsspaltung die vier hufeisenförmigen Chromosomen der Tochtersterne gebildet werden.

Es ist in letzter Zeit eine ganze Reihe von Arbeiten über die Befruchtung verschiedener Thiere veröffentlicht worden, die durchaus nicht in allen Punkten übereinstimmen. Einige derselben, welche zu

den von mir gewonnenen Ergebnissen in Beziehung stehen, sollen hier etwas näher ins Auge gefasst werden.

Die Drehung des Spermatozoenkopfes im Ei, welche ich aus der verschiedenen Stellung der Strahlung zum Spermakern erschloss, konnte bei anderen Objekten direkt beobachtet werden. Der im Ei liegende Spermatozoenkopf von *Ophryotrocha* ist von rundlicher Form, so dass man aus seiner Gestalt ein Vorderende und Hinterende nicht zu unterscheiden vermag. Bei anderen Formen hingegen, so bei den Seeigeln, hat der Kopf des Spermatozoons etwa die Gestalt einer Spitzkugel und behält diese auch nach seinem Eindringen in das Ei bei. In Folge dessen konnten an ihm Wilson und Mathews, vowie Boveri die Drehung sehr gut beobachten. Der Kopf ist Anfangs mit der Spitze nach innen zu gerichtet. Unmittelbar nach dem Eintritt beginnt er sich jedoch zu drehen, so dass er bald mit seiner Längsachse parallel zur Eioberfläche und schließlich wieder senkrecht zu dieser steht, aber so, dass jetzt die Spitze nach außen und die stumpfe Basis nach innen gerichtet ist. Schon während der Drehung trat an der Basis die Strahlung hervor. Das kann übrigens auch schon vor der Rotation stattfinden, so dass in diesem Fall die Strahlung außen oder hinter dem Spermakern gefunden wird, während sie sonst neben oder vor dem Kern, d. h. nach innen liegt. Dieselbe Lagerung konnte auch bei *Ophryotrocha* festgestellt werden, so dass an der Übereinstimmung dieser Vorgänge nicht zu zweifeln ist. Übrigens scheint auch bei den Seeigeleiern die Rotation zu verschiedenen Zeiten einzutreten, denn man sieht sie bei dem noch nahe am Eirand liegenden Spermakern bereits neben oder vor ihm, während in anderen Fällen der schon ziemlich weit vom Eirand entfernte Spermakern die Strahlung noch hinter sich hat. Ähnliches wurde weiter oben für die Eier von *Ophryotrocha* festgestellt.

Aus den von Boveri wie von Wilson und Mathews gegebenen Darstellungen, sowie aus meinen eigenen Befunden ergiebt sich, dass jedenfalls das Centrosoma vom Mittelstück des Spermatozoons herrührt. Bekanntlich liegen auch Angaben vor, dass die Centrosomen zuerst an der Spitze, also vor dem Spermakern auftreten. Speciell ist auch für die Echinodermen von G. W. Field angegeben worden, dass in ihren Spermatozoen das Centrosoma nicht an der Basis, sondern vielmehr an der Spitze des Kopfes als ein sehr kleines Körperchen liege, welches er bei der letzten Theilung dorthin verfolgen und auch durch die Art und Weise seiner Färbbarkeit als Centrosoma erweisen konnte. Mit diesen bei der Spermatogenese gemachten Beobachtungen stimmen die bei der Befruchtung erhaltenen Ergebnisse nicht überein, und

indem man sich an die in übereinstimmender Weise von verschiedenen Forschern gewonnenen, sehr klaren Resultate hält, muss man diesen in Verbindung mit eigenen und den Untersuchungen noch anderer Autoren eine größere Gültigkeit zuschreiben. So hat FICK die Entstehung des Centrosomas aus dem Verbindungsstück an den Spermatozoen des Axolotls mit großer Sicherheit nachgewiesen. Auch bei diesem Thier macht das Spermatozoon eine Drehung durch, die aber komplicirterer Natur ist als bei den bisher besprochenen Formen, und noch einer besseren Erklärung bedarf. Aus FICK's Darstellung ergiebt sich, dass die Bahn des Spermatozoons zum Theil mit durch die Eintrittsstelle in das Ei bedingt ist, welches Moment auch bei *Ophryotrocha* in Betracht kam.

Vom Mittelstück vermochte auch KATH. FOOT bei *Allolobophora foetida* das Centrosoma herzuleiten. Die Sphäre tritt im befruchteten Ei dieses Wurmes hinter dem Spermatozoenkopf an der Stelle auf, wo das Mittelstück liegt. Derartig ist wohl auch BRAUER's Beobachtung bei *Branchipus* aufzufassen. Er findet die Strahlung bei dem noch in der Nähe des Eirandes gelegenen Spermakern nach außen zu gerichtet, d. h. an der Basis des Kopfes gelegen. Die Strahlung wird bei *Branchipus* sehr bald eine doppelte und liegt dann zu beiden Seiten des Spermakerns.

Angaben für andere Formen ließen sich in entsprechender Weise deuten. Von denen, welche das Centrosoma an die Spitze des Spermatozoenkopfes verlegen, darf vielleicht angenommen werden, dass Verwechslungen vorgekommen sein können, die mit der Drehung des Spermatozoenkopfes im Ei zusammenhängen. Im Ganzen muss man sagen, dass dieser Punkt noch einer genaueren Klarlegung bedarf, eben so wie diejenigen Angaben, welche das Centrosoma auf Grund von Untersuchungen über die Spermatogenese an die Spitze des Spermatozoenkopfes verlegen. Einer dieser Angaben, nämlich der von FIELD über die Spermatozoen, wurde bereits weiter oben gedacht. Sie hat sich in Folge des Verhaltens der Spermatozoen bei der Befruchtung als anfechtbar erwiesen. Besser scheint es auch nicht mit PLATNER's Darstellung vom Bau der Spermatozoen bei Insekten zu stehen. Hier fand PLATNER an der Spitze des Spermatozoenkopfes ein Kügelchen, welches er für das Centrosoma hielt. Nach HENKING's Untersuchung, welcher ganz dasselbe Kügelchen bei der Spermatogenese der Insekten beobachtete, wandelt sich dasselbe zu der scharfen Spitze des Samenfadens (Spitzenstück) um und stellt also wohl eine funktionell ähnliche Bildung dar wie das spitze Vorderstück der Spermatozoen bei den Amphibien. Ein Mittelstück ist bei den Spermatozoen der Insekten

außerdem vorhanden und es liegt nahe, dass ihm die gleiche Bedeutung zukommt wie bei den Spermatozoen anderer Thiere. Entsteht doch auch nach HENKING's Angabe das »Arrhenoid«, welches man als die entstehende Strahlung (Archoplasma) ansehen darf, an der Grenze zwischen Kopf und Faden, so bei *Pieris brassicae*. Späterhin liegt dieses jedenfalls aus dem Mittelstück hervorgegangene Arrhenoid vor dem Kopf und schreitet also dem Spermakern bei seiner Wanderung voraus. Dieses Verhalten spricht für eine Drehung des Spermakerns, wie sie oben für andere Formen festgestellt wurde.

Recht verschiedenartig lauten die Angaben über den Ursprung der Polstrahlungen bezw. der Centrosomen der Furchungsspindeln. Hier stehen sich die beiden Auffassungen gegenüber, ob die Centrosomen nur vom Spermatozoon geliefert werden, oder ob sie sowohl von der männlichen wie von der weiblichen Zelle herstammen. Dazu kommt noch eine dritte Anschauung, welche unter Umständen die Centrosomen nur von der Eizelle herleitet.

Die erstere Auffassung fand ihren Hauptvertreter in BOVERI, welcher für *Ascaris megalocephala* die Abstammung der Centrosomen der Furchungsspindel vom Spermatozoon nachwies und sie für das Seeigelei wahrscheinlich machte. Durch Ausführungen allgemeinerer Natur suchte er dieser Auffassung weitere Geltung zu verschaffen. Nach BOVERI's Darstellung besitzen die Richtungsspindeln von *Ascaris megalocephala* überhaupt keine Strahlung, wesshalb für diese Eier die Zurückführung der Polstrahlungen der Furchungsspindel auf diejenige der Samenzelle von selbst gegeben erscheint. Anders liegen die Verhältnisse bei den von VEJDOVSKÝ untersuchten *Oligochaeten*. Hier besitzt die Richtungsspindel eine wohl ausgebildete Strahlung, aber diese geht später verloren und auch nach VEJDOVSKÝ's Auffassung stammen die Polstrahlungen der Furchungsspindel vom Spermatozoon her.

BOVERI's Auffassung von der Entstehung der Polstrahlungen fand eine weitere Bestätigung an den von HENKING untersuchten Insekteneiern, bei denen sie ebenfalls von dem Spermatozoon herrühren. Das Gleiche stellte BRAUER für *Branchipus* fest, in dessen Ei von einer Strahlung des Eikerns nichts zu bemerken ist. Entsprechend lauten die Angaben von FICK für die Eier des *Axolotls* und von JULIN für diejenigen einer Ascidie, *Styelopsis grossularia*.

Diesen ziemlich gleich lautenden Angaben stand FOL's Centrenquadrille gegenüber, nach welcher sowohl dem Ei- wie dem Samenkern ein Centrosoma zukommt. Durch Theilung beider entstehen zwei Halbcentren, die an zwei einander gegenüberliegenden Stellen des vereinigten Ei- und Spermakerns mit einander verschmelzen. So

rühren die beiden Centrosomen der Furchungsspindel zur Hälfte von der männlichen, und zur anderen Hälfte von der weiblichen Zelle her. Dieser Vorgang fand Bestätigung in dem Verhalten der Centrosomen bei der Befruchtung der Pflanzen, wo er nach GUIGNARD's Untersuchungen in ungefähr entsprechender Weise verlaufen sollte. Außerdem kam CONKLIN bei *Crepidula* zu demselben Ergebnis wie FOL. Weiterhin muss hier noch BLANC's Angabe für das Forellenei erwähnt werden, wonach auch bei dieser Form sowohl der Sperma- wie der Eikern von einer Strahlung begleitet sein soll, die in einer nicht genau zu ersehenden Weise mit einander zur Vereinigung gelangen.

So ungefähr war der Stand der Kenntnisse über den Befruchtungsvorgang, als ich meine Untersuchungen an *Ophryotrocha* ausführte und zum Abschluss brachte. Auf Grund derselben musste ich mich durchaus der von BOVERI vertretenen Auffassung anschließen. Da ich bei *Ophryotrocha* an überfruchteten Eiern Bilder erhielt, welche mir eine Erklärung der FOL'schen Centrenquadrille zu geben schienen, so zweifelte ich an der Existenz dieses an und für sich nicht sehr wahrscheinlichen Vorganges und beabsichtigte gelegentlich eines Aufenthaltes an der See, FOL's Befunde an den leichter in großer Zahl und in den rechten Stadien zu erhaltenden Echinodermeneiern nachzuuntersuchen. Da erschien jedoch zu derselben Zeit die Abhandlung von WILSON und MATHEWS, welche dies vollständig überflüssig machte und eine Reihe weiterer Arbeiten bestätigte bald die Ergebnisse dieser Forscher.

WILSON und MATHEWS stellten an den Eiern von zwei Seeigeln und einem Seestern fest, dass die hier vorhandene Strahlung der Richtungsspindel zu Grunde geht, während diejenige des Spermakerns sich theilt und die Polstrahlungen der Furchungsspindel liefert. Die von FOL beschriebene Theilung und Wiedervereinigung der Centrosomen findet nicht statt. Überfruchtete Eier liefern dagegen Bilder, welche denen der Centrenquadrille ähnlich sind. Dieser Darstellung kann ich mich nach meinen eigenen Befunden an *Ophryotrocha* vollständig anschließen. Mit ihnen stehen auch die von BOVERI an Seeigeleiern gewonnenen Ergebnisse in Übereinstimmung.

BOVERI unterzog FOL's Befunde einer sehr eingehenden und sorgfältigen Nachuntersuchung und gelangte zu dem Resultat, dass die Centrenquadrille entschieden auf einem Irrthum beruhe, welcher auf ungenügende Konservirung der Präparate und auf unrichtige Schätzung zufälliger Strukturen zurückzuführen sein dürfte. BOVERI versucht die von FOL gegebene Darstellung bis ins Einzelne hinein zu erklären und man kann sich seinen Deutungen nur anschließen. Die von ihm

neu gewonnenen Befunde schließen sich den älteren vollständig an. Die Centrosomen der Furchungsspindel sind durch Theilung aus dem Centrosoma des Spermakerns hervorgegangen. Ein Eicentrosoma vermochte Boveri nicht nachzuweisen. Bezüglich der Auffassung der Centrosomen steht Boveri in einem gewissen Gegensatz zu Wilson und Mathews, welche das als Archoplasma bezeichnen, was Boveri das Centrosoma selbst nennt. Davon war bereits weiter oben die Rede, da die Verhältnisse bei *Ophryotrocha* auf eine Vergleichung hinweisen.

Die Herkunft der Centrosomen von der männlichen Zelle wurde durch die Untersuchungen der neuesten Zeit auch für andere Objekte festgestellt, so von Mead für *Chaetopterus pergamentaceus*, bei welchem Anneliden die Richtungsspindel zwar eine umfangreiche Strahlung besitzt, die jedoch, so wie es Vejdovský für die Oligochäten beschreibt, und wie ich es bei *Ophryotrocha* sah, zu Grunde geht, während die Strahlung des Spermakerns sich theilt und die Polstrahlungen der Furchungsspindel liefert. Die letztere Thatsache stellt auch O. Meyer in Übereinstimmung mit Boveri's früheren Befunden an Nematoden für *Strongylus tetracanthus* fest. Eine Polstrahlung besitzen die Eier dieses Nematoden eben so wenig, wie sie in ihm von Boveri gefunden wurde, so dass die Abstammung der Centrosomen von der Samenzelle hier sehr klar liegt. Allerdings ist von anderer Seite auch für Nematodeneier ein Vorhandensein der Strahlung an den Richtungsspindeln angegeben worden, wie noch zu erwähnen sein wird.

Wie die genannten Autoren tritt auch Sobotta für die Herkunft der Centrosomen vom Spermatozoon beim Ei der Maus ein, obwohl bei dieser Form die Verhältnisse weniger klar liegen. Sehr entschieden spricht sich dagegen Rückert auf Grund seiner Untersuchungen an *Cyclops strenuus* in einer soeben erschienenen Arbeit für die Abstammung der Centrosomen von der männlichen Zelle aus. An den Richtungsspindeln sind nach seiner Angabe weder Centrosomen noch Strahlungen nachzuweisen, dagegen ist eine solche deutlich am Spermakern ausgeprägt. Sie theilt sich, und ihre Hälften nehmen nach Rückert's Darstellung an den beiden zur Berührung gelangten, sehr umfangreichen Kernen eine ganz ähnliche Stellung ein, wie ich dies von *Ophryotrocha* beschrieb und abbildete. Der Ursprung der Polstrahlungen ist also auch in diesem Falle sehr klar und auf das Spermatozoon zurückzuführen.

Gegenüber den übereinstimmenden Befunden der genannten Autoren muss es fast befremdlich erscheinen, dass ebenfalls in neuerer Zeit und gleichzeitig mit jenen Arbeiten eine andere erschien, welche auf Grund einer allem Anschein nach recht genauen Untersuchung, das Vorhandensein einer Strahlung am Spermakern in Abrede stellt und

die Centrosomen der ersten Furchungsspindel auf die dem Eikern zukommende Strahlung zurückführt. Dies ist die Abhandlung von Wheeler über die Befruchtung von *Myzostoma glabrum*. Wheeler beobachtete die Theilung der Centrosomen und Strahlungen des Eikerns und stellt es sehr glaubhaft dar, wie diese zu den Polstrahlungen der Furchungsspindel werden. Wenn sich dies wirklich so verhält, und nicht etwa eine Verwechslung mit der vielleicht erst spät auftretenden Strahlung des Spermakerns vorliegt, zu welcher Annahme man allerdings wohl kaum eine Berechtigung hat, so geht daraus hervor, dass die Centrosomen der Furchungsspindel thatsächlich sehr verschiedenen Ursprungs sein können und man würde weiter aus diesem Verhalten schließen können, dass die Centrosomen eben nur für den Theilungsvorgang von Bedeutung sind, und dass es gleichgültig ist, ob sie von der Ei- oder Samenzelle geliefert werden. Zunächst wird man allerdings noch im Urtheil vorsichtig sein müssen, ehe nicht weitere Fälle der Abstammung der Centrosomen aus der Eizelle bekannt und die bisher beschriebenen noch besser gestützt worden sind.

Boveri's Angabe von der Abstammung der Centrosomen vom männlichen Element bei *Ascaris megalocephala* findet in Herla einen Gegner, welcher angiebt, dass die neben dem Spermakern gelegene granulirte Masse, aus welcher Boveri die Centrosomen herleitet, nicht diese Bedeutung habe, indem sie nach seiner eigenen Beobachtung schwinde, ehe noch die Centrosomen auftreten. Freilich wird man dieser Angabe keinen besonderen Werth beilegen können, da Herla die Herkunft der Centrosomen selbst nicht festzustellen vermochte. Offenbar möchte er sie eher von der Eizelle herleiten.

Bezüglich des Fehlens der Centrosomen oder Strahlungen an den Richtungsspindeln, welches in den Angaben über die Herkunft der Centrosomen bei der Befruchtung vielfach eine Rolle spielt, wird man die Vermuthung nicht unterdrücken können, dass geeignetere Methoden diese Bildungen noch zur Darstellung zu bringen vermöchten. Es ist unwahrscheinlich, dass sich die karyokinetischen Theilungen ohne die allem Anschein nach so wesentlichen Gebilde abspielen sollen. So findet man die Richtungsspindeln parthenogenetisch sich entwickelnder Eier ohne Centrosomen und Polstrahlungen beschrieben, und doch treten schon in der ersten und in den folgenden Furchungsspindeln die Strahlungen deutlich hervor, obwohl ja ein Spermatozoon, von welchem die Strahlung herrührte, hier nicht in Frage kommt. Man wird hier geneigt sein, die Centrosomen der Furchungsspindel auf diejenigen der Richtungsspindeln zurückzuführen und annehmen, dass sie in jenem Stadium aus irgend einem Grund nun nicht so leicht zur Darstellung

gebracht werden können. Wenn man Bilder, wie die von Brauer für *Artemia salina* gegebenen betrachtet, so wird eine solche Vermuthung um so wahrscheinlicher. Die erste Richtungsspindel dieser Form weist an beiden Polen kugelförmige Ansammlungen eines feinkörnigen Plasmas auf, die man entschieden als Archoplasmen, in denen wohl die Centrosomen gefunden werden könnten, ansehen möchte. Brauer selbst weist übrigens diese Vermuthung nicht ganz von der Hand, obwohl er Centrosomen wie Strahlungen niemals auffinden konnte, während diese bei gleicher Konservirung an den Furchungsspindeln klar und deutlich hervortraten. Nach der Richtungskörperbildung konnte Brauer am Eikern das Centrosoma nachweisen, dessen Theilung und Übergang in die Polstrahlungen der Furchungsspindel er verfolgte.

Hierzu muss weiter bemerkt werden, dass für die Eier von *Ascaris megalocephala*, deren Richtungsspindeln wie dem Anschein nach auch diejenigen anderer Nematoden keine Strahlungen besitzen sollten, eine solche doch nachweisbar ist. Angaben darüber liegen von verschiedenen Autoren vor. So vermochte sie Lebrun, vom Rath und Sala nachzuweisen, nachdem ähnliche Angaben auch schon früher von Carnoy und Zacharias gemacht worden waren. Wenn auch die Nematodeneier, welche die Strahlung erkennen ließen, sich zum Theil in einer abnormen Ausbildung befanden, so ist das Hervortreten der Centrosomen auch in diesen Fällen doch nur durch ein Vorhandensein derselben auch bei normalen Eiern zu erklären. Ähnlich wie bei *Ascaris* liegen die Verhältnisse bei den Insekten, an deren Richtungsspindeln für gewöhnlich keine Strahlung bemerkbar ist, bei denen jedoch schon von Henking eine Andeutung davon, ja an den durch Druck beeinflussten Eiern sogar eine recht deutliche Strahlung beobachtet wurde. So darf angenommen werden, dass auch in den Eiern anderer Thiere die Strahlungen bezw. die Centrosomen durch geeignete Behandlungsweise zur Ansicht gebracht werden können, so dass sich dadurch eine Übereinstimmung mit denjenigen Formen erzielen lässt, bei welchen diese Gebilde an den Richtungsspindeln in so klarer Weise ausgeprägt sind.

IV. Abnorme Befruchtungs- und Furchungsstadien.

Bei einer früheren Gelegenheit zeigte ich, dass *Ophryotrocha puerilis* hermaphroditisch sein und männliche wie weibliche Genitalprodukte in ein und demselben Segment zur Ausbildung bringen kann. In einzelnen Fällen kommt es vor, dass Eier mit der ausgebildeten ersten Richtungsspindel im gleichen Segment vorhanden sind, in welchem sich auch Spermatozoen befinden. Da die Ablage der Eier

normaler Weise im Stadium der ersten Richtungsspindel erfolgt, und das Eindringen der Spermatozoen sehr bald nachher, ebenfalls noch im Stadium der ersten, allerdings bereits verkürzten Richtungsspindel vor sich geht, so liegt die Vermuthung nahe, dass bei gleichzeitigem Vorkommen der gereiften oder doch der Reife sehr nahen Geschlechtszellen eine Kopulation derselben eintreten kann. Dies ist thatsächlich zuweilen der Fall, doch scheint dann die Entwicklung von Anfang an in abnormer Weise zu verlaufen.

Ich erwähnte bereits in der früheren Mittheilung eines Wurmes, der beiderlei Geschlechtsprodukte in gereiftem oder nahezu gereiftem Zustande enthielt. Dieser Wurm zeigte sich stark nach der weiblichen Seite entwickelt und die Segmenthöhlen waren von Eiern im Stadium der ersten Richtungsspindel erfüllt. Neben diesen Eiern fanden sich in den vorderen Segmenten auch Spermatozoen. Dieselben lagen einzeln oder gruppenweise dicht in der Umgebung der Eier. Die Richtungsspindel zeigte zwar noch die volle Länge, war aber bereits an die Peripherie gerückt, ähnlich wie dies Fig. 94 (Taf. XXX) von einem anderen Wurm darstellt. Die Eier befanden sich somit in einem Zustand, in welchem sie für gewöhnlich abgelegt und befruchtet werden. Dem Eindringen der Spermatozoen in die Eier schien somit nichts entgegen zu stehen, und doch fand dieses in dem betreffenden Falle nicht statt. Spermatozoenköpfe waren im Eidotter nicht zu erkennen, und die Richtungsspindeln besaßen in den Eiern der vorderen Segmente ganz die gleiche normale Beschaffenheit wie diejenigen in den Eiern der hinteren Körpersegmente, in welchen die Leibeshöhle Samenfäden überhaupt nicht enthielt. In dem betreffenden Falle war somit eine Befruchtung innerhalb des Mutterthieres nicht oder noch nicht eingetreten. Möglicherweise besaßen die Samenfäden nicht die völlige Reife, worauf allerdings weder ihr Aussehen, noch ihr vereinzeltes Auftreten in der Leibeshöhle hindeutet. In anderen Fällen vermögen jedenfalls die Samenfäden noch innerhalb der Leibeshöhle in die Eier einzudringen. Einer dieser Fälle zeigte das folgende Verhalten.

Es handelte sich um einen Wurm mittlerer Größe, der in so fern zunächst das Aussehen eines Weibchens zeigte, als er eine große Zahl ausgebildeter Eier enthielt. Die Eier befanden sich im Allgemeinen auf dem Stadium der ersten Richtungsspindel (Fig. 93, Taf. XXX), abgesehen von den noch in Ausbildung begriffenen Eiern. Die reifenden Eier waren im größeren Theile des Wurmkörpers vorhanden. Gleichzeitig enthielten dieselben Segmente umfangreiche Keimdrüsen mit zumeist männlichen Zellen und bereits frei gewordene, in der Leibes-

höhle zwischen den Eiern vertheilte Spermatozoen. In den hinteren Segmenten fanden sich nur noch männliche Organe vor.

Außer den Eiern mit der gewöhnlichen langgestreckten und central gelegenen ersten Richtungsspindel war noch eine große Anzahl anderer Eier vorhanden, die sich auf den ersten Blick als abnorm entwickelt zu erkennen gaben. Einige enthielten eine multipolare Kernspindel mit sehr unregelmäßig angeordneten Chromosomen; in anderen Eiern waren mehrere derartige karyokinetische Figuren vorhanden und gleichzeitig machte sich eine unvollständige Sonderung des Eikörpers in einzelne Theilstücke bemerkbar. So trat eine Art unvollkommener und ganz unregelmäßiger Furchung ein. Es konnten sich einzelne Partien abtrennen, während die große Masse des Eies zunächst ungetheilt blieb, oder diese zerfiel thatsächlich in einige wenige oder in eine größere Anzahl von Theilstücken. Die Art, wie dies geschieht, unterscheidet jedoch diese Theilungsvorgänge ohne Weiteres von den normalen. Die Grenzen verlaufen nicht nach den Gesetzen der normalen Furchung und dem entsprechend sind auch die entstehenden Theilstücke von unregelmäßiger Gestalt und sehr differenter Größe. Während bei der normalen Entwicklung bald eine Furchungshöhle auftritt, stellen die etwa zu vergleichenden Stadien des hier stattfindenden Eizerfalls eine solide Masse mehr oder weniger eng an einander gefügter Theilstücke dar (Fig. 184, Taf. XXXIV). In den Theilstücken sieht man ein oder mehrere karyokinetische Figuren von recht abnormer Gestaltung liegen. Diese können zunächst noch zu weiteren Zelltheilungen führen, aber die Eier scheinen dann bald zu Grunde zu gehen.

Da in dem betreffenden Wurm reifende Eier und Spermatozoen neben einander vorhanden waren, so sind die polycentrischen Kerntheilungsfiguren wie auch die abnormen Furchungsstadien mit ziemlicher Sicherheit auf eine Überfruchtung der Eier zurückzuführen. Es sind dies offenbar ganz ähnliche Vorgänge, wie sie O. und R. Hertwig an den durch verschiedenartige äußere Einwirkungen zur Überfruchtung gebrachten Echinodermeneiern beobachteten. Auch bei diesen kommt es zu einer jedoch sehr abnormen Furchung. Ein oder mehrere Spermakerne vereinigen sich mit dem weiblichen Kern, und mehr oder weniger komplicirte Spindeln kommen auf diesem Wege oder durch vereinzelte Spermakerne zu Stande, welche ebenfalls die Fähigkeit haben, sich im Plasma des Eies zu Spindeln umzubilden und die sich mit ihren Polen nachträglich vereinigen. Diese Kerntheilungen, obwohl von recht unregelmäßigem Verlauf, vermögen doch eine ebenfalls sehr unregelmäßige, der Furchung immerhin ähnliche Zertheilung des

Eiplasmas herbeizuführen. Die von *Ophryotrocha* geschilderten Vorgänge sind diesen jedenfalls sehr ähnlich und verlaufen eher noch regelmäßiger. Die recht verschiedene Größe der Spindeln, wie sie auch aus der Fig. 184 zu entnehmen ist, deutet darauf hin, dass diese Kerne nicht durch Theilung des vereinigten männlichen und weiblichen Kernes entstanden sind, sondern ihren Ursprung wohl zum Theil auf Spermakerne zurückführen.

Bei *Ophryotrocha* scheint das im mütterlichen Körper liegende Ei, trotzdem es bereits in der Reifung begriffen ist, diese doch nicht zur Vollendung bringen zu können, obwohl auch die Besamung normalerweise (beim abgelegten Ei) in ungefähr demselben Stadium vor sich geht. Der Bildung der Richtungskörper scheint die Ablage des Eies vorangehen zu müssen, denn die im Inneren des Mutterthieres befruchteten Eier weisen keine Richtungskörper auf. Der bezw. die Spermakerne beeinflussen jedenfalls den in der Spindelbildung begriffenen weiblichen Kern und dadurch kommt es wahrscheinlich zur Ausbildung der oben erwähnten polycentrischen Figuren. Derartig muss jedenfalls auch die in Fig. 185 gegebene Abbildung von dem abnormen Ei eines anderen Wurmes erklärt werden, obwohl Spermatozoen in der Nähe dieses Eies nicht aufzufinden waren. Es ist hier eine dreipolige Spindel vorhanden, die drei Chromatinpartien enthält. Eine von diesen, nämlich die in der Figur links gelegene, erscheint viertheilig; sie zeigt Form und Umfang der Äquatorialplatte der normalen ersten Richtungsspindel. Außerdem sind aber noch zwei, weniger regelmäßig gebildete und anscheinend aus je zwei Körnern bestehende Chromatinpartien vorhanden, die in den beiden anderen Spindeln liegen. Dieser Reichthum an Chromatin dürfte dafür sprechen, dass es sich nicht um eine, allein aus dem Keimbläschen entstandene, abnorme Spindelbildung handelt, sondern es ist wahrscheinlich das Chromatin männlicher Zellen hinzugekommen. — Bemerkenswerth ist in dieser Figur das Verhalten der nach innen liegenden Fasern der drei Spindeln des Triasters. Dieselben rücken an jeder Spindel etwas von der Äquatorialplatte ab, so dass hier ein Zwischenraum entsteht und in der Mitte des Triasters lassen sich die Fasern der einzelnen Spindeln nicht mehr von einander unterscheiden.

In demselben Wurm, welcher die oben besprochenen, in einer abnormen Furchung begriffenen Eier enthielt, fanden sich auch solche, bei denen einzelne Partien des Eies von der Hauptmasse abgetrennt waren, die Kerne sich jedoch in die Mitte des Eies zurückgezogen hatten. Es sind ruhende Kerne, die sich dicht an einander drängen. An einigen kann man die Begrenzung noch deutlich wahrnehmen.

Die Fig. 186, Taf. XXXIV zeigt drei solcher Kerne, von denen zwei allerdings bereits im Begriff sind, mit einander zu verschmelzen. Es ist dies der zweite Schnitt des Eies in der Serie. Im fünften Schnitt bietet sich ein anderes Bild (Fig. 187). Man sieht hier einen im Centrum des Eies gelegenen sehr großen Kern, welcher einen Kernfaden enthält, der den Kern als im Vorstadium der Theilung befindlich kennzeichnet. Er ist offenbar durch Verschmelzung einzelner abnormer Furchungskerne entstanden und schickt sich zur Theilung an, ohne wohl in der Lage zu sein, dieselbe zur Ausführung zu bringen. Ich werde ein ähnliches Verhalten an abgelegten Eiern weiter unten noch zu erwähnen haben.

In dem hier vorliegenden Falle verhalten sich die Kerne innerhalb des Eies sehr verschieden. Man findet Eier, welche auf dem Stadium der ersten Richtungsspindel stehen; andere enthielten eine oder mehrere multipolare Kernspindeln, wieder andere waren in einer mehr oder weniger weit fortgeschrittenen abnormen Furchung begriffen und bei manchen Eiern war diese zum größeren Theil unterdrückt, die Kerne aber flossen in der Mitte des Eies zusammen. Alle diese Erscheinungen sind jedenfalls auf die abnormer Weise innerhalb des Mutterthieres erfolgte Befruchtung und Überfruchtung zurückzuführen. Diese Auffassung wird durch das Verhalten eines anderen Wurmes bestätigt, welcher neben reifen Spermatozoen ebenfalls Eier auf dem Stadium der ersten Richtungsspindel, sowie solche mit eingeleiteter Furchung und andere mit einer größeren Anzahl von Kernen enthielten. Die Kerne befanden sich fast alle im Ruhestadium. In den ungetheilten Eiern waren sie dicht zusammengedrängt oder bereits mit einander vereinigt.

In einem Wurm, welcher sehr dicht mit Eiern erfüllt war, in welchem ich jedoch männliche Zellen nicht bemerkte, fanden sich ähnliche Verhältnisse vor. Nur zeigten die einzelnen, zusammengedrängten oder bereits vereinigten Kerne eine andere Struktur als gewöhnlich. Sie waren sehr arm an Chromatin; in dem hellen Kern zogen sich einzelne Chromatinstränge vom Kernkörper nach dem Kernrand. In einzelnen Segmenten zeigte sich die auffallende Erscheinung, dass mehrere der ziemlich eng an einander liegenden Eier mit einander verschmolzen waren. Die Eimembran, welche sonst schon früher gebildet wird, fehlte manchen Eiern noch. An einigen dieser mehr oder weniger vollständig vereinigten Eier war gleichzeitig die abnorme Furchung eingetreten. Da die Grenzen der Furchungszellen sehr scharfe zu sein pflegen, und da zum Theil auch die Abgrenzung der Eier selbst noch vorhanden war, so kamen auf diese Weise höchst umfangreiche, in unregelmäßige Territorien zerlegte Eimassen zu Stande. Die Kerne befanden sich zumeist im Ruhezustand, eben so wie in den einzelnen

Eiern, welche isolirte oder vereinigte Kerne enthielten. Außerdem waren Eier im Stadium der ersten Richtungsspindel vorhanden.

Ein ähnliches Zusammenfließen mehrerer Eier, wie es hier beobachtet wurde, hat neuerdings SALA bei den Eiern des Pferdespulwurms aufgefunden. Zwei, drei, vier, ja in einigen Fällen sogar sechs und zehn Eier können in Folge der Einwirkung von Kälte mit einander verschmelzen. Dies kann auch dann noch geschehen, wenn die Membran schon gebildet ist. Die Hülle wird an der Berührungsstelle aufgelöst und die Eikörper vereinigen sich sodann. Das Gleiche scheint auch bei *Ophryotrocha* vorzukommen. Die Vereinigung der Eier ist übrigens in dem von mir beobachteten Fall eine weit innigere. Aus diesem Grunde und desshalb, weil die Kerne immer schon zu mehreren vorhanden waren, ließ sich die Zahl der vereinigten Eier nicht mit Sicherheit feststellen.

Da männliche Zellen in dem betreffenden Wurm nicht bemerkt wurden, ist es möglich, dass die geschilderte Erscheinung nicht die Folge der Überfruchtung und der dadurch veranlassten abnormen Entwicklung ist, sondern vielmehr durch irgend welche, in diesem Falle nicht festzustellende äußere Einflüsse hervorgerufen wurde.

An den abgelegten Eiern konnte ich das Eindringen mehrerer Spermatozoen wiederholt feststellen. Sind zwei Spermatozoen eingedrungen, so können sich beide in der früher geschilderten Weise zu Spermakernen umbilden. Die Fig. 188 (Taf. XXXIV) zeigt z. B. einen solchen Fall, in welchem zwei männliche Kerne mit großem Kernkörper vorhanden sind. Die beiden Richtungskörper wurden gebildet und durch die in normalen Eiern gegebene Orientirung zu ihnen dürfte der Eikern bestimmt sein. Eine mächtige Strahlung umgiebt die drei Kerne und erstreckt sich über den gesammten Eikörper. Die Kerne selbst sind außerdem von einem dunklen Hof umgeben, wie er bei der normalen Befruchtung ebenfalls auftritt.

Das Gelege, von welchem das in Fig. 188 abgebildete Ei herrührt, schien entweder krankhafte Eier zu enthalten oder irgendwie ungünstigen Einflüssen ausgesetzt gewesen zu sein. Es fand sich eine größere Anzahl überfruchteter Eier in ihm vor. So zeigt die Fig. 189 ein Ei mit fünf Vorkernen, die auf ein Eindringen von vier Samenfäden schließen lassen. Die Strahlungen schienen in diesem Falle von mehreren Punkten auszugehen. Letzteres tritt noch deutlicher in einem anderen Ei (Fig. 190) hervor. In diesem Ei scheinen fünf Spermakerne vorhanden zu sein, wie sich aus dem vorhergehenden und folgenden Schnitt durch die Zahl der Kernkörper feststellen lässt. Die Abgrenzung der Kerne selbst ist bereits geschwunden, denn sie sind im Begriff sich unter einander und mit dem jedenfalls vorhandenen weiblichen

Kern zu einem einzigen großen Kern zu vereinigen. Die verschiedenen Strahlungen weisen darauf hin, dass es zur Bildung einer multipolaren Kernspindel kommen wird. Solche sind übrigens in diesem Gelege ebenfalls vorhanden. Die Fig. 192 stellt den Schnitt eines Eies aus demselben Gelege dar. Sie zeigt eine dreipolige Figur, deren eine Seite von einer Spindel mit Tochterplatten gebildet wird. Auch den beiden anderen Spindeln kam eine solche Chromatinmasse zu, wie aus den folgenden Schnitten hervorgeht.

Richtungskörper, die in der Fig. 201 vorhanden sind, lassen sich nicht an allen diesen Eiern auffinden und es mag sein, dass sie bei den überfruchteten Eiern nicht immer zur Ausbildung gelangen.

Eine eigenthümliche Form der unterdrückten Furchung hatte ich Gelegenheit in einem Gelege zu beobachten, dessen normal entwickelte Eier sich bereits auf dem Stadium der Blastula befanden. Fig. 193 zeigt den Schnitt einer solchen normalen Blastula, die aus Furchungszellen verschiedener Größe zusammengesetzt ist und eine wenig umfangreiche Furchungshöhle besitzt. Ich erwähnte bereits früher, dass die Eier ein und desselben Geleges im Allgemeinen auf ungefähr derselben Entwicklungsstufe stehen. Dies ist nun bei den Eiern des betreffenden Geleges nicht der Fall. Die meisten von ihnen weisen weniger Zellen auf und diese sind größerentheils in Besitz von mehreren Kernen (Fig. 194—196). In Folge einer Unterdrückung der Theilung, die sich nur auf die Zellen, nicht aber auf die Kerne bezieht, wird die Zahl der letzteren stärker als die der Zellen vermehrt, so dass die meisten Zellen mehrere Kerne enthalten. Die Fig. 191 z. B. stellt einen Theil eines Schnittes durch ein späteres Furchungsstadium dar, welches von der normalen Ausbildung wenig abweicht. Hier besitzen viele Zellen noch einen Kern (*a*), in anderen jedoch sind bereits mehrere Kerne vorhanden. Dieselben drängen sich, wie wir schon früher sahen, eng an einander. Sie vermögen sich zu karyokinetischen Figuren umzuwandeln, aber diese sind abnormer Natur, wie sich aus der Zelle *c* derselben Figur ergiebt. Eine von der normalen Beschaffenheit nicht sehr weit entfernte Spindel mit zwei allerdings schon unregelmäßig gebildeten Tochterplatten steht in Verbindung mit zwei anderen bezw. einer nur mehr angedeuteten Spindel, so dass ein von der gewöhnlichen Gestaltung allerdings etwas abweichender Triaster zu Stande kommt. Ob derartige karyokinetische Figuren wirklich eine Zelltheilung einzuleiten vermögen, ist mir sehr zweifelhaft, doch führen sie wohl zu einer, wenn auch unvollkommenen Theilung der Kerne.

Fig. 194 zeigt ein Ei, dessen Zellen noch recht regelmäßig angeordnet sind, welches jedoch in Folge der unterdrückten Zelltheilung

nur verhältnismäßig wenige Zellen und in diesen eine größere Zahl von Kernen aufweist. Diese vermehren sich noch in den aus einer geringeren Zahl von Zellen bestehenden Eiern der Fig. 195 und 196. Besonders in der letzteren erkennt man, dass in den groß gebliebenen Zellen viele Kerne sich zusammendrängen. Einzelne davon liegen noch auf dem vorhergehenden und folgenden Schnitt. Auch hier bereiten sich die Kerne noch zur Theilung vor, und wenn die Membranen schwinden, sieht man die Kernschleifen in einer höchst umfangreichen Anhäufung vereinigt (Fig. 196 *c*).

Die Unterdrückung der Zelltheilung geht so weit, dass schließlich in einem ungetheilten Ei eine Menge von Kernen in dichter Zusammenhäufung zu finden ist (Fig. 197). Ob die Zellgrenzen in diesem Falle wieder zurückgebildet, oder ob sie von Anfang an nicht angelegt wurden, lässt sich aus den einzelnen Eiern des betreffenden Geleges nicht erkennen, doch ist mir in Folge des Vorhandenseins einer so großen Zahl ruhender, von einander wohl gesonderter Kerne das Erstere fast wahrscheinlicher. Kennt man ja doch auch von der normalen Furchung verschiedener Thiere ein derartiges Auftreten und Wiederverschwinden der Zellgrenzen. Neuerdings hat es erst Ferd. Schmidt wieder ausführlicher von den Eiern der Stylommatophoren beschrieben, wo der Vorgang sich bis in die späteren Stadien der Furchung wiederholt, ähnlich wie dies auch Ishikawa von *Atyephyra* darstellte.

Bei den vielen in einem Ei vereinigten Kernen sieht man eben sowohl, wie dies auch bei den Kernen einzelner Furchungszellen vorkommen kann, die Kernmembranen allmählich schwinden und dadurch die Kerne selbst zu einer gemeinsamen Masse zusammenfließen. In dem Ei der Fig. 198 ist dies schon größtentheils geschehen, doch lassen sich immer noch einzelne Kerne erkennen und verschiedene in der Kernmasse gelegene Kernkörper deuten auf die Entstehungsweise dieses Riesenkernes hin. Derselbe erstreckt sich durch verschiedene Schnitte hindurch. Auch ein solcher Kern vermag noch einen Anlauf zur Theilung zu nehmen, wie Fig. 199 zeigt. Das vorher unregelmäßig und mehr netzförmig im Kern vertheilte Chromatin bildet einen Kernfaden. Der Kern hat sich ausgeweitet und ist dadurch besonders umfangreich geworden. Einzelne Abtheilungen können sich auch jetzt noch an ihm geltend machen, wie man z. B. auf der linken Seite des Kernes (Fig. 199) erkennt.

Die Vorbereitung eines durch Zusammenfließen einer Anzahl kleinerer Kerne entstandenen Riesenkernes zur karyokinetischen Theilung kann noch erheblich weiter gehen. Fig. 200 zeigt einen solchen Kern, der zwar nicht der einzige eines Eies ist, sondern aus einem in

vier Abtheilungen zerlegten Ei stammt. In ihm sind größere und kleinere Schleifen enthalten, die zum Theil bereits eine Längsspaltung erkennen lassen. Besonders deutlich tritt diese letztere an den ebenfalls vorhandenen stäbchenförmigen Chromosomen hervor. Dieser Kern, der übrigens eine eigene Membran besitzt, steht also sehr nahe vor der Umbildung zur Spindelfigur. Sollte diese gebildet werden, was ich von diesen Riesenkernen jedoch nicht beobachtet habe, so würden wahrscheinlich ähnliche Figuren zu Stande kommen, wie sie von verschiedenen Autoren in den Riesenzellen des Knochenmarks und der Leber sowie in pathologisch veränderten Geweben beschrieben worden sind, vielpolige Spindeln mit einer ganzen Anzahl von Äquatorialplatten, die eben so wie die Strahlungen unter sich sehr abenteuerliche Figuren bilden. Die Kerne der Riesenzellen aus der Säugethierleber, welche K. v. Kostanecki beschreibt, zeigen nach den von ihm gegebenen Abbildungen in ihren Vorbereitungsstadien eine ganz besonders große Ähnlichkeit mit den hier beobachteten Kernen, und es möchte sein, dass auch die Folgestadien sich gleichen. Derartige Riesenkerne, welche durch Verschmelzen einer Anzahl von Samenkernen im krankhaft veränderten, überfruchteten Seeigelei entstanden, beschreibt O. Hertwig. Auch diese Kerne machen die Vorbereitungen zur Theilung durch und zeigen eine große Zahl verschiedenartig ausgebildeter Chromosomen.

In einem anderen Gelege, dessen Eier sich auf dem Viererstadium der Furchung, bezw. im Übergang zum Achterstadium befanden, kamen ebenfalls abnorm gefurchte Eier vor. Die ziemlich große Zahl von Eiern, welche auf dem Stadium der ersten Richtungsspindel verharrten, deutete bereits auf eine gewisse Unregelmäßigkeit hin. Es waren Eier auf dem Zweierstadium vorhanden, welche in ihren beiden Zellen zwei und drei Kerne enthielten (Fig. 201), die dicht an einander gedrängt, zum Theil bereits in Verschmelzung waren und eine zwei- oder mehrfache Strahlung aufwiesen. Dieses Verhalten kann eben sowohl auf irgend welche schädliche Einflüsse wie auch auf Überfruchtung der Eier bezw. auf beides zurückgeführt werden.

Die Einflüsse, welche die krankhaften Veränderungen der Eier und damit die geschilderten abnormen Entwicklungszustände hervorrufen, sind jedenfalls verschiedene und wirken entweder auf das Mutterthier oder auf die Eier direkt. Zum Theil möchten sie wohl ähnlicher Natur sein, wie O. Hertwig sie für die in Folge von Temperatureinflüssen nicht rechtzeitig zur Ablage gelangten und daher überreifen Seeigeleier beschrieb.

Abnorme Furchungen sind auch sonst beschrieben worden. Große

Übereinstimmung zeigen die von mir beobachteten Vorgänge mit denjenigen, die A. Brauer bei *Artemia salina* beobachtete. Da die Eier von *Artemia* sich unbefruchtet entwickeln, so sind diese Erscheinungen nicht auf Polyspermie, sondern wohl auf irgend welche krankhafte Zustände der betreffenden Eier zurückzuführen. Brauer selbst möchte sie damit erklären, dass bei *Artemia* die Parthenogenese nur eine »exceptionelle Erscheinung« ist[1] und manche Eier daher in Folge des Ausbleibens der Befruchtung, nicht aber in Folge ungünstiger äußerer Einflüsse einer abnormen Entwicklung verfallen. Ein oder mehrere polycentrische Figuren, unregelmäßige Zelltheilungen und deren Reduktion bei gleichzeitigem Auftreten einer größeren Anzahl von Kernen, Riesenkerne, die durch das Zusammenfließen der letzteren entstehen, kommen auch bei *Artemia* vor, obwohl die Bedingungen, unter denen die Eier dieses Thieres zur Entwicklung gelangen, wesentlich andere sind als bei *Ophryotrocha*. Auch die Struktur des bei *Artemia* weit dotterreicheren Eies und das Größenverhältnis der Kerne zum Eikörper ist sehr verschieden.

Über die Wiedervereinigung vorher getrennter Furchungszellen hat A. Graf interessante Beobachtungen an Seeigeleiern gemacht, welche er einem Druck aussetzte. Er erhielt die von Driesch's Versuchen her bekannten Platten. Beim Nachlassen des Druckes bemerkte er, dass mehrere Zellen sich allmählich wieder vereinigten, und dass dadurch aus dem bereits zellenreicheren wieder ein zellenärmeres Furchungsstadium hervorging. Dies war jedoch nicht das Einzige, indem nicht nur die Zellen, sondern in ihnen auch die Kerne sich vereinigten. Nur zwei bis drei Kerne flossen wieder zu einem einzigen zusammen, so dass also bei diesen durch Druck veränderten Furchungsstadien der Echinodermeneier ganz ähnliche Vorgänge festgestellt wurden, wie ich sie an den krankhaften Eiern der *Ophryotrocha* bemerkte.

Ergebnisse der Untersuchung.

1) Die Theilung der Spermatogonien und Ovogonien erfolgt nicht, wie von Braem angegeben wurde, auf amitotischem, sondern auf mitotischem Wege.

2) Amitotische Kerntheilungen finden sich dagegen im Darmepithel, in welchem jedoch auch karyokinetische Figuren beobachtet wurden.

[1] An der Örtlichkeit, wo Brauer die *Artemia* untersuchte, nämlich in Capodistria, kommen nur Weibchen vor, dagegen können anderwärts auch noch Männchen auftreten, wie dies in Cagliari und Odessa der Fall ist, ein Hinweis auf die auch durch Brauer's Untersuchung festgestellte Thatsache, dass bei *Artemia* die Parthenogenese noch nicht so weit befestigt ist wie bei anderen Formen.

3) Die Zahl der Chromosomen in den Theilungsstadien der Keimzellen, sowie in den Zellen der ektodermalen, mesodermalen und entodermalen Gewebe beträgt vier.

4) Das Gleiche gilt für die ersten Furchungszellen. Dagegen treten in späteren Furchungsstadien, bezw. in der Blastula, außer den Kernspindeln mit vier auch solche mit acht Chromosomen in jeder Tochterplatte auf.

5) Die Auflösung des Kernkörpers bei der Vorbereitung der Furchungskerne zur Theilung ist mit einem Schwinden des Kerngerüstes verbunden, welches nach vollzogener Auflösung des Nucleolus wieder hervortritt.

6) Die Kerne der Nährzellen und Ovogonien bezw. Ovocyten sind Anfangs gleichartig gebaut. Während aber die ersteren ein dichtes Kerngerüst, eine dunkle Färbung und unregelmäßige Gestalt annehmen, bildet sich bei den letzteren das spärlichere Kerngerüst zum Kernfaden aus.

7) Die Chromosomen treten im Keimbläschen in der Normalzahl vier auf. Sie sind Anfangs lang und schleifenförmig, verkürzen sich jedoch bald. Die Längsspaltung wird erst spät an den bereits stark verkürzten Chromosomen bemerkbar. Zuletzt erscheinen die Chromosomen als vier unregelmäßig im Keimbläschen vertheilte, längsgespaltene Stäbchen.

8) Im Keimbläschen ist außer der chromatischen noch eine wenig färbbare, körnig fädige Substanz vorhanden, die wohl theilweise zur Bildung der Spindelfasern verwendet wird.

9) Die Spindelfasern treten innerhalb des Keimbläschens auf. Die Membran desselben bleibt zunächst vollständig erhalten.

10) Das Centrosoma und seine Strahlung wird zuerst außerhalb des Keimbläschens, ihm dicht anliegend gefunden. Es theilt sich bald, wobei eine Art Centralspindel bemerkbar ist. Diese bleibt jedoch nicht erhalten.

11) Die erste Richtungsspindel entsteht dadurch, dass die Chromosomen in die Mitte des Keimbläschens verlagert, die Spindelfasern in diesem deutlicher werden und seine Membran schwindet. Die Strahlungen ordnen sich an beiden Polen an und so kommt zunächst eine plumpe, tonnenförmige Spindel zu Stande.

12) Die Anordnung der Chromosomen in der Spindel erfolgt nicht so, dass durch die Längsspaltung der vier Stäbchen bereits die beiden Tochterplatten angedeutet wären und jede von ihnen vier Spalthälften erhielte, sondern die vier Stäbchen legen sich zu zwei und zwei neben



und hinter einander, so dass nach ihrer weiteren Verkürzung die viertheilige Chromatinpartie entsteht, durch welche die ausgebildete erste Richtungsspindel gekennzeichnet ist (Fig. 87—92, Taf. XXX). Die vorher an den Chromosomen vorhandene Längsspaltung ist jetzt wieder geschwunden.

13) Die Anfangs breite und plumpe Spindel verschmälert sich und wird auffallend gestreckt und schlank. Die vier eng an einander gedrängten Chromosomen nehmen nur einen geringen Raum inmitten der Spindel ein. Eine Centralspindel ist nicht vorhanden; die Mantelfasern verlaufen von Pol zu Pol. Die Spindel liegt inmitten des Eies und ist gegenüber dessen Durchmesser sehr umfangreich (Fig. 93, Taf. XXX).

14) Zur Bildung des ersten Richtungskörpers rückt die Spindel an den Eirand, woselbst sie sich bedeutend verkürzt. Die vier Chromosomen treten zu zwei Paaren aus einander. Die bisher unterdrückt gewesene Längsspaltung kommt jetzt wieder zum Vorschein, und während erst jede »Tochterplatte« nur zwei körnerförmige Chromosomen aufwies, zeigt sie deren jetzt vier (Fig. 94—100, Taf. XXX). Vier Chromatinkörner werden bei der Abschnürung des ersten Richtungskörpers an diesen übergeben, die vier anderen (der inneren Tochterplatte) bleiben im Ei zurück.

15) Aus der inneren Tochterplatte bildet sich sofort die Äquatorialplatte der zweiten Richtungsspindel. Diese letztere zeigt zunächst eine paratangentiale Lage, entsprechend der Richtung, in welcher die Theilung des inneren Centrosoma der ersten Richtungsspindel erfolgte (Fig. 104—114, Taf. XXXI). Sie richtet sich dann auf, die Chromatinkörner weichen zu zwei und zwei aus einander, und der zweite Richtungskörper wird mit zwei von ihnen versehen. Die zwei anderen bleiben im Ei zurück. Aus ihnen geht der Eikern hervor.

16) Beide Richtungskörper stellen deutliche Zellen mit Kern und Protoplasma dar. Der erste ist stets umfangreicher als der zweite. Er kann sich weiter theilen, und zwar auf karyokinetischem Wege; vielfach unterbleibt jedoch die Theilung, und anstatt drei sind also bei manchen Eiern nur zwei Richtungskörper vorhanden.

17) Anstatt der körnerförmigen Chromosomen werden in den beiden Richtungsspindeln mancher Gelege hufeisenförmige Kernschleifen gefunden (Fig. 128—135, Taf. XXXI, Fig. 136—139, Taf. XXXII). Die Zahlenverhältnisse der Chromosomen sind dieselben, und die Bildung der Richtungskörper verläuft auf die gleiche Weise wie beim Vorhandensein der körnerförmigen Chromosomen. Bezüglich der Zurückführung der einen auf die anderen sei auf das betreffende Kapitel verwiesen.

18) Eine etwas abweichende, aber für die Auffassung der Richtungskörper bedeutungsvolle Bildungsweise derselben besteht darin, dass die Spaltung der beiden Chromosomen jeder »Tochterplatte« der ersten Richtungsspindel erst verspätet auftritt oder ganz unterbleibt (Fig. 101, Taf. XXX, Fig. 143—145, Taf. XXXII). Dem ersten Richtungskörper werden im letzteren Fall anstatt vier nur zwei Chromatinkörner mitgetheilt und es geht aus diesem Verhalten sehr klar hervor, dass es zwei ganze Chromosomen sein müssen, die er auch im anderen Falle erhält.

19) Abnormerweise kann die Spaltung der Chromosomen auch verfrüht auftreten, so dass die inmitten des Eies gelegene, noch nicht verkürzte erste Richtungsspindel bereits acht Chromatinkörner aufweist (Fig. 147—150, Taf. XXXII). In diesem Fall erscheint die Beziehung der acht Chromatinkörner zu den viergespaltenen Chromosomen des Keimbläschens oder der in der Ausbildung begriffenen ersten Richtungsspindel besonders klar (Fig. 86—90, Taf. XXX).

20) Die Bildung des ersten Richtungskörpers erfolgt nicht durch eine »Äquationstheilung«, sondern durch eine »Reduktionstheilung«. Bei der Bildung des zweiten Richtungskörpers lässt die Vertheilung der Chromatinkörner eine Entscheidung dieser Frage nicht zu.

Vierergruppen werden im Keimbläschen nicht gebildet. Die Zusammenlagerung zweier gespaltener Chromosomen in der Längsrichtung, wie sie bei der Bildung der ersten Richtungsspindel stattfindet, könnte damit verglichen werden, da diese Gruppe von zwei Chromosomen durch einmalige Quer- und Längsspaltung entstanden ist, so wie die Vierergruppen anderer Formen. Während jedoch bei diesen in der ersten Theilung die durch Spaltung entstandenen Partien der Vierergruppe, also die Hälfte der Chromosomen, von einander entfernt werden (Äquationstheilung), werden hier die durch Quertheilung entstandenen Stücke, also ganze Chromosomen, getrennt (Reduktionstheilung). Der Vergleich mit den Vierergruppen ist dadurch erschwert. Wegen der weiteren Auffassung der Richtungskörperbildung von *Ophryotrocha* ist auf die Ausführungen im Text zu verweisen.

21) Die Befruchtung der Eier erfolgt außerhalb des mütterlichen Körpers bald nach der Ablage. Wenn die erste Richtungsspindel bereits verkürzt ist, dringt ein Spermatozoon an einer nicht vorbestimmten Stelle des Eies ein. Überfruchtung kommt vor, führt jedoch zu einer abnormen Entwicklung.

22) Bald nach dem Eindringen des Spermatozoons tritt an ihm eine Strahlung auf. Da sie hinter dem Spermatozoenkopf liegen kann, so ist anzunehmen, dass das Centrosoma aus dem Mittelstück hervor-

geht. Der Spermakern macht eine Drehung durch, wodurch die Strahlung vor ihn zu liegen kommt.

23) Während der Spermakern nach der Mitte des Eies rückt und unter beständigem Wachsthum das Kerngerüst und einen umfangreichen Kernkörper zur Ausbildung bringt, theilt sich sein Centrosoma, bezw. die Strahlung.

24) Die nach der Abschnürung der Richtungskörper zunächst noch am Eikern bemerkbare Strahlung verfällt der Rückbildung. Die Centrosomen der ersten Furchungsspindel werden somit nur vom Spermatozoon geliefert. Der Eikern bildet sich in ganz ähnlicher Weise aus wie der Spermakern, indem er sich ebenfalls gegen die Mitte des Eies auf diesen zu bewegt.

25) Ei- und Spermakern zeigen zunächst eine unregelmäßige Gestalt und runden sich später ab. In ihrer Struktur und den Umwandlungen, welche sie erfahren, stimmen sie durchaus überein. Der Eikern bleibt durch seine Lage unterhalb der Richtungskörper kenntlich.

26) Die Nucleolen beider Kerne sind sehr umfangreich, zeigen einen wabigen Bau und verhalten sich bei ihrer Auflösung so wie die Kernkörper der Furchungszellen, wenn diese sich zur Theilung vorbereiten (Fig. 157—161, Taf. XXXII, Fig. 162—166, Taf. XXXIII, Fig. 49 bis 61, Taf. XXIX). Die Nucleolen erfahren einen körnigen Zerfall, wobei die Färbbarkeit des Kernes zunimmt, sein Gerüstwerk jedoch schwindet, um erst später nach Auflösung des Kernkörpers wieder hervorzutreten.

27) Während die erwähnten Veränderungen ihres Baues erfolgten, haben sich beide Kerne eng an einander gelegt. Die Centrosomen und Strahlungen des Spermakernes sind aus einander gerückt und haben ihre definitive Lage an den beiden Kernen angenommen, welche sie schon jetzt als diejenigen der Furchungsspindel erkennen lässt (Fig. 169—172, Taf. XXXIII).

28) Die Ausbildung der Furchungsspindel erfolgt dadurch, dass sich das Gerüstwerk beider Kerne zum Kernfaden umbildet und die lange erhalten gebliebene Kernmembran schließlich schwindet, nachdem die Centrosomen von den Kernen abgerückt und die Spindelfasern (der Hauptsache nach außerhalb der Kerne) aufgetreten sind.

29) Nach dem Schwinden der Kernmembran sind in der Spindel entsprechend der früheren Lage beider Kerne zwei Paare langer Kernschleifen vorhanden (Fig. 173, Taf. XXXIII). Durch ihre Verkürzung und Anordnung in die Äquatorialplatte ist die endgültige Ausbildung der ersten Furchungsspindel vollendet (Fig. 174). Sie weist vier huf-

eisenförmige Chromosomen auf. Durch Längsspaltung derselben entstehen die vier Schleifen der Tochterplatten (Fig. 175, Taf. XXXIII).

30) Krankhaft veränderte Eier zeigen die Erscheinung der Überfruchtung. Mehrere Spermatozoen dringen in das Ei ein und bilden sich auf normale Weise zu Spermakernen um. Multipolare Kerntheilungsfiguren treten auf; auch die in größerer Zahl vorhandenen Kerne vereinigen sich und bereiten sich zur Theilung vor. Bei anderen krankhaft veränderten und bereits gefurchten Eiern ist ein Ausbleiben der Zelltheilung bei fortschreitender Kerntheilung zu beobachten. Karyokinetische Figuren von unregelmäßiger Ausbildung sind auch in diesen Fällen zu beobachten; mehrere Kerne treten in einer Zelle auf, bezw. das in der Furchung zurückgebliebene oder ganz ungefurchte Ei enthält eine große Zahl von Kernen, die zum Theil oder alle mit einander verschmelzen und sich ebenfalls noch zur mitotischen Theilung vorbereiten können. Dadurch kommen höchst umfangreiche Kerne mit einer Überzahl von Chromosomen zu Stande (Fig. 195—200, Taf. XXXIV).

Während die Reifung und Befruchtung der Eier von *Ophryotrocha* für gewöhnlich außerhalb des mütterlichen Körpers erfolgt, kann sie an den allem Anschein nach krankhaft veränderten Eiern auch bereits im Körper des Mutterthieres vor sich gehen. Der Befruchtung folgt dann eine abnorme Eifurchung. Hierbei können mehrere Eier zu einem größeren Komplex zusammenfließen.

Marburg i. H., September 1895.

Litteraturverzeichnis.

É. van Beneden, Recherches sur la maturation de l'oeuf, la fécondation et la division cellulaire. Arch. de Biol. Vol. IV. 1888.

H. Blanc, Étude sur la fécondation de l'oeuf de la Truite. Ber. Naturf. Gesellsch. Freiburg i. Br. (Festschrift für Weismann.) Bd. VIII. 1894.

F. Blochmann, Über die Entwicklung der *Neritina fluviatilis*. Diese Zeitschr. Bd. XXXVI. 1882.

G. Born, Die Struktur des Keimbläschens im Ovarialei von *Triton taeniatus*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLIII. 1894.

Th. Boveri, Über die Bedeutung der Richtungskörper. Sitz.-Ber. Gesellsch. f. Morph. u. Phys. München. Bd. II. 1886.

Derselbe, Zellen-Studien. Heft 1—3. Jena 1887—1890.

Derselbe, Artikel Befruchtung. Ergebnisse Anat. Entwicklungsgesch. Bd. I. Wiesbaden 1891.

Derselbe, Über das Verhalten der Centrosomen bei der Befruchtung des Seeigeleies etc. Verh. Physik. Med. Gesellsch. Würzburg. Bd. XXIX. 1895.

F. Braem, Zur Entwicklungsgeschichte von Ophryotrocha puerilis. Diese Zeitschr. Bd. LVII. 1893.

A. Brauer, Über das Ei von Branchipus Grubii von der Bildung bis zur Ablage. Abh. Berliner Akad. 1892.

Derselbe, Zur Kenntnis der Spermatogenese von *Ascaris megalocephala.* Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLII. 1893.

Derselbe, Zur Kenntnis der Reifung des parthenogenetisch sich entwickelnden Eies von *Artemia salina.* Ebenda. Bd. XLIII. 1894.

Derselbe, Über die Encystirung von *Actinosphaerium Eichhorni.* Diese Zeitschr. Bd. LVIII. 1894.

H. Braus, Über Zelltheilung u. Wachsthum des Tritoneies. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXIX. 1894.

O. Bütschli, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung etc. Abh. d. Senckenberg'schen Gesellsch. Bd. X. 1876.

Derselbe, Gedanken über die morphologische Bedeutung der sog. Richtungskörper. Biol. Centralbl. Bd. IV. 1885.

J. B. Carnoy, La cytodiérèse chez les Arthropodes. La Cellule. T. I. 1885.

Derselbe, La vésicule germinative et les globules polaires de *l'Ascaris megalocephala.* La Cellule. T. II. 1886.

E. G. Conklin, The fertilization of the ovum. Biol. Lectures Marine Biol. Lab. Woods. Holl. Boston 1894.

L. Drüner, Studien über den Mechanismus der Zelltheilung. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. XXIX. 1894.

V. Faussek, Beiträge zur Histologie des Darmkanals der Insekten. Diese Zeitschr. Bd. XLV. 1887.

R. Fick, Über die Reifung u. Befruchtung des Axolotleies. Ebenda. Bd. LVI. 1893.

G. W. Field, Echinoderm Spermatogenesis. Anat. Anzeiger. Bd. VIII. 1893.

W. Flemming, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. Leipzig 1882.

Derselbe, Über Theilung u. Kernformen bei Leukocyten u. über deren Attraktionssphären. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXVII. 1891.

Derselbe, Neue Beiträge zur Kenntnis der Zelle. II. Theil. Ebenda. Bd. XXXVII. 1891.

Derselbe, Artikel Zelle. Morphologie der Zelle und ihrer Theilungserscheinungen. Stand der Kenntnisse über die Amitose. Ergebnisse, Anatomie und Entwicklungsgeschichte. II. u. III. Bd. Wiesbaden 1893 u. 1894.

H. Fol, Recherches sur la fécondation et le commencement de l'hénogénie chez divers animaux. Mém. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève. Bd. XXVI. 1879.

Kath. Foot, Preliminary note on the maturation and fertilization of the egg of *Allolobophora foetida.* Journ. of Morph. Vol. IX. 1894.

J. Frenzel, Die nucleoläre Kernhalbirung. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXIX. 1892.

A. Graf, Eine rückgängig gemachte Furchung. Zool. Anzeiger. Bd. XVII. 1894.

A. Gruber, Eine Mittheilung über Kernvermehrung und Schwärmerbildung bei Süßwasser-Rhizopoden. Ber. Naturf. Gesellsch. Freiburg i. Br. Bd. VI.

V. Häcker, Das Keimbläschen, seine Elemente und Lageveränderungen etc. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLI. 1893.

Derselbe, Über generative und embryonale Mitosen sowie über pathologische Kerntheilungsbilder. Ebenda. Bd. XLIII. 1894.

Derselbe, Über den heutigen Stand der Centrosomenfrage. Verhandl. Deutsch. Zool. Ges. 4. Vers. zu München 1894.

V. Häcker, Die Vorstadien der Eireifung. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLV. 1895.
O. Hamann, Die Nemathelminthen etc. I. Acanthocephalen. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXV. 1891.
M. Heidenhain, Über Kern und Protoplasma. Festschrift f. Kölliker. Leipzig 1892.
Derselbe, Neue Untersuchungen über die Centralkörper etc. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLIII. 1894.
Derselbe, Cytomechanische Studien. Arch. f. Entwicklungsmechanik. Bd. I. 1894.
H. Henking, Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insekten. 1. bis 3. Theil. Diese Zeitschr. Bd. XLIX, LI u. LIV. 1890 bis 1892.
V. Herla, Étude des variations de la mitose chez l'Ascaride Mégalocephale. Arch. Biol. T. XIII. 1893.
O. Hertwig, Beiträge zur Kenntnis der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. Morph. Jahrb. Bd. I, III u. IV. 1876—1878.
Derselbe, Experimentelle Studien am thierischen Ei vor, während und nach der Befruchtung. Jena 1890.
Derselbe, Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Nematoden etc. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXVI. 1890.
Derselbe, Die Zelle und die Gewebe. Jena 1892.
Derselbe u. R. Hertwig, Über den Befruchtungs- und Theilungsvorgang des thierischen Eies unter dem Einfluss äußerer Agentien. Jena 1887.
R. Hertwig, Die Kerntheilung bei *Actinosphaerium Eichhorni*. Jena 1884.
Derselbe, Über die Konjugation der Infusorien. Abh. Math.-Phys. Kl. Akad. Wiss. München. Bd. XVII. 1892.
M. Holl, Über die Reifung der Eizelle bei den Säugethieren. Sitz.-Ber. Math.-Nat. Kl. K. Akad. Wiss. Wien. Bd. CII. Abth. III. 1893.
C. Ishikawa, Spermatogenesis, Ovogenesis and Fertilization in Diaptomus. Journ. Coll. of Science Imp. Univ. Japan. Vol. V. Tokyo 1892.
Derselbe, Über die Kerntheilung der Noctiluca miliaris. Ber. Naturf. Gesellsch. Freiburg i. Br. (Festschr. für Weismann.) Bd. VIII. 1894.
H. P. Johnson, Amitosis in the embryonal envelopes of the Scorpion. Bull. Museum Comp. Zool. Harvard Coll. Vol. XXII. 1892.
Ch. Julin, Structure et développement des glandes sexuelles, ovogenèse, spermatogenèse et fécondation chez *Styelopsis grossularia*. Bull. Sc. France Belgique. T. XXV. 1893.
E. Kaiser, Die Acanthocephalen und ihre Entwicklung. Bibliotheca zool. Kassel. 1893.
E. Korschelt, Über *Ophryotrocha puerilis* etc. Diese Zeitschr. Bd. LVII. 1893.
Derselbe, Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Zellkerns. Zool. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ont. Bd. IV. 1889.
K. v. Kostanecki, Über Kerntheilung in Riesenzellen. Anatomische Hefte. 1892.
Lebrun, Les centrosomes dans l'oeuf de *l'Ascaris megalocephala*. Anat. Anz. Bd. VII. 1892.
E. L. Mark, Maturation, fecundation and segmentation of *Limax campestris*. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll. Vol. VI. 1881.
A. D. Mead, Some observations on maturation and fecundation in *Chaetopterus pergamentaceus*. Journ. of Morph. Vol. X. 1895.
O. Meyer, Celluläre Untersuchungen an Nematodeneiern. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXIX. 1895.

G. Platner. Über die Befruchtung von *Arion empiricorum*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXVII. 1886.
Derselbe, Beiträge zur Kenntnis der Zelle u. ihrer Theilung. Ebenda. Bd. XXXIII. 1889.
F. Preusse, Über die amitotische Kerntheilung in den Ovarien der Hemipteren. Diese Zeitschr. Bd. LIX. 1895.
O. vom Rath, Zur Kenntnis der Spermatogenese von *Gryllotalpa vulgaris*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XL. 1892.
Derselbe, Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese von *Salamandra maculosa*. Diese Zeitschr. Bd. LVII. 1893.
Derselbe, Über die Konstanz der Chromosomenzahl bei Thieren. Biol. Centralblatt. Bd. XIV. 1894.
F. Reinke, Untersuchungen über das Verhältnis der von Arnold beschriebenen Kernformen zur Mitose und Amitose. Inaug.-Diss. Kiel 1891.
Derselbe, Zellstudien. I. u. II. Theil. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLIII u. XLIV. 1894.
L. Rhumbler, Über Entstehung und Bedeutung der in den Kernen vieler Protozoen und im Keimbläschen von Metazoen vorkommenden Binnenkörper (Nucleolen). Diese Zeitschr. Bd. LVI. 1893.
J. Rompel, Kentrochona Nebaliae etc. Diese Zeitschr. Bd. LVIII. 1894.
J. Rückert, Zur Entwicklungsgeschichte des Ovarialeies bei den Selachiern. Anat. Anzeiger. Bd. VII. 1892.
Derselbe, Über die Verdoppelung der Chromosome im Keimbläschen des Selachiereies. Ebenda. Bd. VIII. 1893.
Derselbe, Zur Eireifung bei Copepoden. Anat. Hefte. Bd. IV. 1894.
Derselbe, Die Chromatinreduktion bei der Reifung der Sexualzellen. Ergebn. Anatomie u. Entwicklungsgesch. Bd. III. 1894.
Derselbe, Zur Befruchtung bei Cyclops strenuus. Anat. Anzeiger. Bd. X. 1895.
Derselbe, Über das Selbständigbleiben der väterlichen und mütterlichen Kernsubstanz während der ersten Entwicklung des befruchteten Cyclopseies. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLV. 1895.
L. Sala, Experimentelle Untersuchungen über Reifung und Befruchtung der Eier bei *Ascaris megalocephala*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLIV. 1895.
F. Schaudinn, Über die Theilung von *Amoeba binucleata*. Sitz.-Ber. Ges. Naturf. Fr. Berlin 1895.
W. Schewiakoff, Über die karyokinetische Kerntheiluug der *Euglypha alveolata*. Morph. Jahrb. Bd. XIII. 1888.
G. Schloter, Zur Morphologie der Zelle. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLIV. 1894.
F. Schmidt, Die Furchung u. Keimblätterbildung d. Stylommatophoren. Zool. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ont. Bd. VII. 1894.
O. Schultze, Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung des Amphibieneies. Diese Zeitschr. Bd. XLV. 1887.
J. Sobotta, Die Befruchtung und Furchung des Eies der Maus. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLV. 1895.
O. van der Stricht, Contribution à l'étude de la sphère attractive. Bull. Acad. Roy. 62 Année. 3e sér. T. XXIII. Bruxelles 1892.
S. Trinchese, I primi momenti dell' evoluzione nei Molluschi. Atti R. Accad. Lincei. Ser. III. Vol. VII. 1880.
F. Vejdovský, Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen. Prag 1888—1892.

v. Wasielewsky, Die Keimzone in den Genitalschläuchen von *Ascaris megalocephala*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLI. 1893.

A. Weismann, Amphimixis. Aufsätze über Vererbung etc. Jena 1892.

Derselbe, Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung. Jena 1892.

Derselbe u. Ishikawa, Weitere Untersuchungen zum Zahlengesetz der Richtungskörper. Zool. Jahrb. Abth. für Anat. u. Ont. Bd. III. 1889.

W. M. Wheeler, The behavior of the controsomes in the fertilized egg of *Myzostoma glabrum*. Journ. of Morph. Vol. X. 1895.

E. B. Wilson u. A. P. Mathews, Maturation, fertilization and polarity of the Echinoderm egg. Ebenda. 1895.

H. E. Ziegler, Die biologische Bedeutung der amitotischen Kerntheilung im Thierreich. Biol. Centralbl. Bd. XI. 1891.

Derselbe u. O. vom Rath, Die amitotische Kerntheilung bei den Arthropoden. Ebenda. 1891.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren wurden mit dem Abbé'schen Zeichenapparat von Zeiss in der Höhe des Objekttisches bei einer Tubuslänge von 160 mm entworfen. Alle Figuren sind nach Schnitten gezeichnet zumeist unter Anwendung von Zeiss hom. Imm. 2,00, Ap. 1,30.

Tafel XXVIII.

Fig. 1 *A—D*. Spermatogonien in verschiedenen Stadien der Theilung. Die Spermatogonien liegen noch in den Hoden. *A* u. *B*, Knäuelstadium; *C*, die vier Kernschleifen sind bereits ausgebildet; *D*, die beiden Tochtersterne.

Fig. 2 *A—F*. Spermatogonien späterer Generationen in Theilung, aus dem Hoden. *B*, Monaster in Polansicht; *A*, Tochtersterne bereits ausgebildet; außer den vier Schleifen des einen sieht man in der Polansicht noch zwei Schleifen des anderen Tochterkerns; *C*, seitliche Ansicht der Spindel mit den vier längsgespaltenen Schleifen; *D*, nur zwei Schleifen eingezeichnet; *E* und *F*, Spindeln mit den Tochterplatten.

Fig. 3 *A—C*. Spermatogonien in Theilung, frei in der Leibeshöhle. *A*, Knäuelstadium; *B*, Mutterstern in Polansicht; *C*, Spindel mit den Tochtersternen.

Fig. 4. Spermatocyten in verschiedenen Stadien; frei in der Leibeshöhle.

Fig. 5. Ovogonien in Theilung, aus den Ovarien. Spindeln mit den Tochtersternen in seitlicher (*A* und *B*) und in Polansicht (*C* und *D*). *E*, die acht Schleifen zweier Tochtersterne ziemlich in einer Ebene gelegen.

Fig. 6. Stück eines Schnittes durch Körperepithel (*ke*) und mesodermales Gewebe (*mes*) eines jungen Wurmes aus der hinteren Körperpartie. Im Epithel ein Monaster in der Polansicht.

Fig. 7. Schnitt durch mesodermales Gewebe eines jungen Wurmes; einige Zellen in Theilung.

Fig. 8 u. 9. Zellen des Darmepithels eines ausgewachsenen Wurmes.

Fig. 1—9 entworfen bei Zeiss, Komp. Oc. 8, hom. Imm. 2,00, Ap. 1.30.

Fig. 10—18. Zellen des Darmepithels eines ausgewachsenen Wurms mit amitotisch sich theilenden Kernen.

Fig. 10—15, 17 und 18 entworfen bei Zeiss, Komp. Oc. 4, hom. Imm. 2,00 etc. Fig. 16 Komp. Oc. 6, hom. Imm. Ap.

Fig. 19 u. 20. Spindeln aus einem auf den Übergang zum Achterstadium befindlichen Viererstadium der Furchung.

Fig. 21. Die beiden Tochtersterne in der Polansicht; eine Zelle desselben Stadiums.

Fig. 22—29. Zellen des Blastulastadiums in Theilung.

Fig. 19—29 Komp. Oc. 8, hom. Imm. Ap.

Fig. 30. Zelle eines auf die Blastula folgenden Stadiums in Theilung. Die gleiche Vergrößerung.

Fig. 31. Drei Zellen eines Blastulastadiums, um die verschiedene Größe der Kerne zu zeigen. Oc. 2, hom. Imm. Ap.

Fig. 32—40. Zellen der Blastula bezw. eines etwas späteren Entwicklungsstadiums (Fig. 37) in verschiedenen Stadien der Theilung. Komp. Oc. 8, hom. Imm. Ap.

Tafel XXIX.

Fig. 41—44. Zellen bezw. Kerne der Blastula in Theilung.

Fig. 45—46. Zwei Kerne eines etwas späteren Entwicklungsstadiums.

Fig. 47—61. Kerne des Viererstadiums der Furchung in verschiedenen Zuständen der Ausbildung. Fig. 47—49, 50 *A*, Kernfaden und Nucleolus in zunehmender Ausbildung begriffen, Fig. 51, Nucleolus mit Theilen des Kernfadens, Fig. 52 u. 53, beginnende Rückbildung des Nucleolus, der Kernfaden noch gut ausgebildet, Fig. 54—61, 50 *B*, Rückbildung des Nucleolus, Verschwinden und Wiederauftauchen des Kernfadens. Komp. Oc. 8, hom. Imm. 2,00, Ap. 1,30.

Fig. 62—63. Junge Ei- und Nährzellen aus dem Ovarium. Komp. Oc. 6, hom. Imm. Ap.

Fig. 64—66. Frei in der Leibeshöhle flottirende Ei- und Nährzellenpaare in verschiedenen Stadien der Ausbildung. In Fig. 64 ist die Eizelle (*eiz*) noch kleiner als die Nährzelle (*nz*), während sie später bedeutend an Umfang zunimmt und die Nährzelle im Wachsthum zurückbleibt. Fig. 64 Komp. Oc. 6, Fig. 65 Komp. Oc. 4, hom. Imm. Ap., Fig. 66 Oc. 2, Obj. E. Zeiss.

Fig. 67. Keimbläschen einer ziemlich ausgebildeten Ovogonie. Komp. Oc. 6, hom. Imm. Ap.

Fig. 68. Dasselbe auf etwas späterem Stadium. Komp. Oc. 4, hom. Imm. Ap.

Fig. 69—70. Spätere Stadien des Keimbläschens. Der Kernfaden bildet sich aus. Komp. Oc. 4, hom. Imm. Ap.

Fig. 71. Keimbläschen mit dem Kernfaden, aus fünf Schnitten kombinirt. Vergr. wie vorher.

Fig. 72. Keimbläschen mit dem weiter ausgebildeten Kernfaden und dem Nucleolus. Vergr. wie vorher.

Fig. 73. Keimbläschen mit dem weiter ausgebildeten Kernfaden aus einem etwas gedrückten Ei. Komp. Oc. 6, hom. Imm. Ap.

Fig. 74—75. Keimbläschen mit dem zum Theil gespaltenen Kernfaden, Nucleolus und Strahlung. Komp. Oc. 4, hom. Imm. Ap.

Fig. 76. Keimbläschen mit vier schleifenförmigen Chromosomen. Vergr. wie vorher.

Fig. 77. Eben so. Strahlung getheilt. Vergr. wie vorher.

Fig. 78. Die vier schleifenförmigen Chromosomen verkürzt. Vergr. wie vorher.

Tafel XXX.

Fig. 79. Keimbläschen mit den vier verkürzten schleifenförmigen Chromosomen, dem Nucleolus und den an die beiden Pole gerückten Strahlungen. Komp. Oc. 4, hom. Imm. Ap.

Fig. 80—86. Keimbläschen mit den immer mehr sich verkürzenden Chromosomen, deren Längsspaltung sichtbar wird. Vergr. wie Fig. 79.

Fig. 87 u. 88. Im Keimbläschen treten die Spindelfasern auf; es beginnt die Form der Spindel anzunehmen. Vergr. wie vorher.

Fig. 89—91. Die in Ausbildung begriffene erste Richtungsspindel. Die Chromosomen nehmen ihre endgültige Stellung ein. Vergr. wie vorher.

Fig. 91 *a*. Die achromatischen Theile der ersten Richtungsspindel, von welchen die chromatischen Theile abgeschnitten sind. Vergr. wie vorher.

Fig. 91 *b*. Polansicht der ersten Richtungsspindel. Der Schnitt traf das Ei quer zur Längsachse der Spindel. Zeiss, Oc. 2, Obj. F.

Fig. 92. Die ausgebildete erste Richtungsspindel. Zeiss, Oc. 2, Obj. F.

Fig. 93. Ei mit der central gelagerten ersten Richtungsspindel. Oc. 2, Ob. E.

Fig. 94. Ei mit der randständigen ersten Richtungsspindel. Vergr. wie vorher.

Fig. 95 u. 96. Die erste Richtungsspindel ist verkürzt und die Äquatorialplatte ist getheilt. Oc. 2, Obj. F.

Fig. 97—100. Die erste Richtungsspindel im Beginn und nach geschehener Spaltung der Chromosomen. Vergr. wie vorher.

Fig. 101 u. 102. Eier mit der ersten Richtungsspindel vor und nach der Längsspaltung der Chromosomen, kurz nach dem Eindringen des Spermatozoons (*sp*). Oc. 2, Obj. E.

Tafel XXXI.

Fig. 103—104. Abschnürung des ersten Richtungskörpers. Oc. 2, Obj. F.

Fig. 104 *a*. Die erste Richtungsspindel aus einem Ei desselben Geleges, aus dem Fig. 103 entnommen ist. Vergr. wie vorher.

Fig. 105—106. Vorbereitung zur Bildung der zweiten Richtungsspindel, Theilung des Centrosoma. Vergr. wie vorher.

Fig. 107 u. 108. Die Polansicht der ersten Richtungsspindel nach der völligen Ausbildung der Tochterplatten. Die Schnitte sind quer zur Längsachse der Spindel geführt. Vergr. wie vorher.

Fig. 109. Die zweite Richtungsspindel in paratangentialer Lage. Vergr. wie vorher.

Fig. 110. Ei mit der zweiten Richtungsspindel und dem Spermakern mit Strahlung. Oc. 2, Obj. E.

Fig. 111—113. Abschnürung des zweiten Richtungskörpers. Oc. 2, Obj. F.

Fig. 114. Ei nach der Abschnürung der Richtungskörper, Eikern mit Strahlung. Vergr. wie vorher.

Fig. 115—127. Die weiteren Veränderungen der Richtungskörper; Theilung des ersten Richtungskörpers. Fig. 115 u. 116 Komp. Oc. 8, hom. Imm. Ap. Fig. 117 Oc. 6 eben so, Fig. 118—124 Komp. Oc. 8 eben so, Fig. 125—127 Oc. 6 eben so.

Fig. 128—131. Richtungsspindeln mit hufeisenförmigen Chromosomen.

Fig. 128. Ei mit der ersten Richtungsspindel von Spermatozoen umlagert, eines von ihnen in das Ei eingedrungen (*sp*). Oc. 2, Obj. E.

Fig. 129. Die erste Richtungsspindel mit den beiden Tochterplatten. Komp. Oc. 8, hom. Imm. Ap.

Fig. 130—133. Bildung des ersten Richtungskörpers. Komp. Oc. 4, hom. Imm. Ap.

Fig. 131. Erste Richtungsspindel in der Polansicht. Komp. Oc. 8, hom. Imm. Ap.

Fig. 134. Die zweite Richtungsspindel in paratangentialer Lage. Komp. Oc. 4, hom. Imm. Ap.

Fig. 135. Die zweite Richtungsspindel in schräger Stellung. Vergr. wie vorher.

Tafel XXXII.

Fig. 136—138. Die zweite Richtungsspindel in radialer Stellung. Komp. Oc. 4, hom. Imm. Ap.

Fig. 139. Äquatorialplatte der zweiten Richtungsspindel in der Polansicht. Komp. Oc. 8, hom. Imm. Ap.

Fig. 140 u. 141. Abschnürung des ersten Richtungskörpers. Chromosomen von gedrungener hufeisenförmiger Gestalt, bezw. von Körnerform. Oc. 2, Obj. F.

Fig. 142. Erste Richtungsspindeln von abnormer Ausbildung (*B*, *C*, *D*). *A* zeigt das Chromatin in normaler Beschaffenheit. Vergr. wie vorher.

Fig. 143—145. Erste Richtungsspindeln in abweichender Ausbildung der Chromosomen, deren Längsspaltung verspätet eintritt. Oc. 2, Obj. F.

Fig. 146. Erste Richtungsspindel verkürzt und in randständiger Lage. Abnorme Reifung, da die Längsspaltung der Chromosomen verfrüht eingetreten ist. Vergr. wie vorher.

Fig. 147—150. Abnorm ausgebildete erste Richtungsspindeln. Die Spaltung der Chromosomen ist verfrüht eingetreten. Vergr. wie vorher.

Fig. 151. Theil eines Schnittes durch ein im Stadium der ersten Richtungsspindel befindliches Ei mit umgebenden Spermatozoen und einem bereits tiefer in das Ei eingedrungenen Spermatozoenkopf mit der Strahlung. Komp. Oc. 8, hom. Imm. Ap.

Fig. 152—156. In Ausbildung begriffene Spermakerne mit Strahlung. In dem homogenen Spermakern treten Vacuolen auf, Kerngerüst und Nucleolus kommen zur Ausbildung. Vergr. wie vorher.

Fig. 157. Ei und Spermakern in der Annäherung. Vergr. wie vorher.

Fig. 158 u. 159. Zwei Spermakerne in etwas weiterer Ausbildung. Vergr. wie vorher.

Fig. 160. Ei und Spermakern beinahe in Berührung. Nucleolus in beginnender Auflösung, das Kerngerüst nicht sichtbar, Vergr. wie vorher.

Fig. 161. Weiter ausgebildeter Spermakern. Der Zerfall des Maschenwerkes im Nucleolus schreitet vor. Das Kerngerüst ist geschwunden. Vergr. wie vorher.

Tafel XXXIII.

Fig. 162 u. 163. Ei und Spermakern in weiterer Ausbildung. Die maschige Struktur des Nucleolus ist ganz geschwunden, vom Kerngerüst nichts sichtbar. Komp. Oc. 8, hom. Imm. Ap.

Fig. 164. Eikern. Vergr. wie vorher.

Fig. 165. Spermakern. Vergr. wie vorher.

Fig. 166—168. Eikerne in weiterer Ausbildung. Der Nucleolus schwindet, das Kerngerüst tritt wieder auf. Vergr. wie vorher.

Fig. 169. Eikern und Spermakern nach Auflösung des Nucleolus. Das Kerngerüst ist wieder deutlich vorhanden. Die Centrosomen haben, wie schon in Fig. 167 u. 168, ihre endgültige Lagerung eingenommen. Vergr. wie vorher.

Fig. 170. Ei- und Spermakern mit dem bereits ausgebildeten Kernfaden. Komp. Oc. 6, hom. Imm. Ap.

Fig. 171. Die Centrosomen rücken vom Ei- und Spermakern weiter ab, wodurch die Gestalt der Spindel bereits angedeutet wird. Vergr. wie Fig. 170.

Fig. 172. Das Abrücken der Centrosomen ist noch weiter fortgeschritten; die Membranen der beiden Kerne schwinden, doch sind diese noch deutlich zu erkennen; die Gestalt der Spindel tritt schon mehr hervor. Vergr. wie vorhin.

Fig. 173. Erste Furchungsspindel mit den durch Auflösung der beiden Kerne sich ergebenden vier Kernschleifen. Vergr. wie vorher.

Fig. 174 u. 175. Die erste Furchungsspindel mit der Äquatorialplatte und mit den Tochterplatten. Oc. 1, Obj. F.

Fig. 176. Ei mit dem unter den beiden Richtungskörpern gelegenen Eikern. Der schon etwas weiter ausgebildete männliche Kern weist bereits den Nucleolus auf. Seine Strahlung hat sich getheilt. Oc. 2, Obj. E.

Fig. 177—180. Eier mit dem männlichen und weiblichen Kern in verschiedenen Zuständen der Ausbildung. Oc. 1, Obj. E.

Tafel XXXIV.

Fig. 181—183. Eier mit dem männlichen und weiblichen Kern in verschiedenen Ausbildungsstufen. Oc. 1, Obj. E.

Fig. 184. Abnorm gefurchtes Ei mit abnorm ausgebildeten Kernspindeln. Oc. 1, Obj. E.

Fig. 185. Ei mit einer dreipoligen Spindel.

Fig. 186—187. Zwei Schnitte durch ein Ei mit einer Anzahl theilweise vereinigter Kerne. Einzelne Partien sind von dem übrigen Ei abgegrenzt.

Fig. 188 u. 189. Überfruchtete Eier mit mehreren Geschlechtskernen.

Fig. 190. Ei mit mehreren Geschlechtskernen, die in der Vereinigung begriffen sind. Die Nucleolen sind noch vorhanden; Ausbildung von Kernfäden.

Fig. 184—190 entworfen bei ZEISS, Oc. 1, Obj. E.

Fig. 191. Abnorm gefurchtes Ei mit mehreren ruhenden oder in Theilung begriffenen Kernen in den einzelnen Zellen. Die karyokinetischen Figuren sind unregelmäßig ausgebildet. Oc. 1, Obj. E.

Fig. 192. Ei mit dreipoliger Kerntheilungsfigur.

Fig. 193. Blastula von normaler Ausbildung.

Fig. 194—196. Abnorm ausgebildete Furchungsstadien. Während die Theilung der Kerne fortschritt, wurde diejenige der Zellen theilweise unterdrückt, so dass in einzelnen Furchungszellen mehrere Kerne vorhanden sind (*b*, *b*). Manche Eier bestehen nur aus wenigen Zellen, die dann eine um so größere Anzahl von Kernen enthalten (*b*, *b*). In Folge des Zusammenfließens der Kerne treten unregelmäßige Kerntheilungsfiguren auf (Fig. 196*c*).

Fig. 197. Ungefurchtes Ei mit einer großen Anzahl zusammengehäufter Kerne.

Fig. 198. Die Kerne sind größtentheils mit einander verschmolzen.

Fig. 199. Ein ebenfalls abnormes Ei. Die verschmolzenen Kerne nehmen durch Ausbildung der Kernfäden einen Anlauf zur Theilung.

Fig. 192—199 entworfen bei ZEISS, Oc. 1, Obj. E.

Fig. 200. Theil einer Zelle eines aus vier Furchungszellen bestehenden, abnorm entwickelten Eies. Der scheinbar einheitliche, aber durch Zusammenfließen mehrerer Furchungskerne entstandene Kern zeigt eine große Zahl verschiedentlich ausgebildeter Chromosomen. Oc. 2, Obj. F.

Fig. 201. Ein in zwei Zellen zertheiltes abnorm entwickeltes Ei mit mehreren Kernen in jeder Zelle. Oc. 1, Obj. E.



Tropische Polycladen.

I. Das Genus Thysanozoon Grube.

Von

Dr. **Rudolf Ritter von Stummer-Traunfels,**
Assistent am zool.-zootomischen Institute der Universität Graz.

Mit Tafel XXXV—XXXVII.

Tropische Polycladen.

Seit fast 20 Jahren verwahre ich die von C. Semper und seiner muthigen Frau und Reisegefährtin auf den Philippinen angefertigten prachtvollen Polycladen-Abbildungen, sowie die dazu gehörigen Notizen. Da kein Material dazu vorhanden war, so zögerte ich auch dann noch sie herauszugeben, als mit dem Erscheinen des großen Werkes von Lang[1] der Gedanke aufgegeben werden musste, die nun so vorzüglich bearbeiteten Polycladen in meiner Turbellarien-Monographie[2] nochmals vorzunehmen.

Erst als die von K. Möbius in Mauritius, von J. Brock im indischen Archipel und von P. u. F. Sarasin auf Ceylon gesammelten und zum Theile sehr gut konservirten Objekte hinzukamen, da erwachte in mir wieder ein lebhafteres Interesse für diesen Theil meines noch unbearbeiteten Turbellarienmaterials, welches überdies aus dem Hamburger Museum, dem k. k. Hofmuseum in Wien, den Universitätssammlungen von Breslau und Moskau, der japanischen Ausbeute L. Döderlein's und meiner eigenen Sammelthätigkeit auf zahlreichen Reisen weiteren Zuwachs erfahren hatte[3].

Nur Weniges davon habe ich bisher publicirt[4], die Hauptmasse

[1] A. Lang, Die Polycladen (Seeplanarien) des Golfes von Neapel. Leipzig 1884.

[2] L. v. Graff, Monographie der Turbellarien. I. Rhabdocoelida. Leipzig 1882.

[3] Während des Druckes ist noch das von L. Plate in Chile gesammelte und dem kgl. Museum f. Naturkunde in Berlin einverleibte Material hinzugekommen.

[4] L. v. Graff, Enantia spinifera, der Repräsentant einer neuen Polycladenfamilie. Mitth. d. naturwiss. Ver. f. Steiermark. Jahrg. 1889. Graz 1889. — Pelagische Polycladen. Diese Zeitschr. Bd. LV. Leipzig 1892.

des vorwiegend aus tropischen Meeren stammenden Materials soll daher unter obigem Titel von mir und meinen Mitarbeitern im Grazer Institute in einer Reihe von Abhandlungen aufgearbeitet werden, wobei jede eine der von LANG umgrenzten Gattungen oder Familien behandeln wird. Unsere Kenntnisse von den exotischen Vertretern dieser Turbellariengruppe sind ohnehin sehr dürftig, obgleich dieselbe in zahlreichen und prächtig gefärbten Arten die tropischen Meere bewohnt und in einer Anzahl mit leuchtendem Blau und Gelb geschmückter Formen eine Zierde der Korallenriffe bildet.

Wir werden selbstverständlich bestrebt sein, unser Material auch anatomisch möglich zu verwerthen, — ohne anatomische Untersuchung ist ja eine genaue Bestimmung der Turbellarien in den meisten Fällen unmöglich! —, indessen wird es jeweils von der Menge und dem Konservirungszustande der vorliegenden Objekte abhängen, ob die betreffende Arbeit mehr nach der faunistisch-systematischen oder mehr nach der anatomisch-histologischen Seite hinneigt.

Graz am 21. Juni 1895. L. v. GRAFF.

I. Das Genus Thysanozoon Grube.

Von dem Genus *Thysanozoon* Grube waren bis jetzt nur wenige Arten bekannt; genau beschrieben eigentlich nur eine einzige: *Th. brocchii* Grube, von welcher LANG die Anatomie und Histologie eingehend bearbeitet hat. Dazu besitzen wir eine Anzahl von älteren Beschreibungen exotischer und europäischer *Thysanozoon*-Arten [1], welche aber insgesammt dürftig und zum Theil kaum genügend zur Wiedererkennung der Species sind. Die in den älteren Speciesbeschreibungen so häufigen Verwechselungen der verschiedenen Körperöffnungen und -Anhänge hat schon LANG sichergestellt. Auch hat derselbe versucht, das Chaos der Synonyma zu sichten und die Ansicht zu begründen, dass an den europäischen Küsten bloß eine Species, das *Th. brocchii* Gr. vorkomme, der die skandinavische Form *Th. papillosum* Sars-Jensen als Varietät unterzuordnen sei. Wenn aber LANG dazu die ceylonischen Formen: das *Th. diesingi* Grube, welches SCHMARDA an der Ostküste von Ceylon vorgefunden zu haben angiebt, das *Th. ovale* Schmarda, die philippinische Species MOSELEY's, die Neuseeländer *Th. cruciatum* Schmarda u. *Th. aucklandicum* Cheeseman ohne Weiteres als identisch mit *Th. brocchii* Grube, das *Th. nigrum* Girard von Florida, das *Th. tentaculatum* Pease von den Sandwich-Inseln und das aus der Lyall Bay (Südpolar-

[1] Siehe die betreffende Zusammenstellung bei LANG, l. c. p. 525—538 u. 617.

region) stammende *Th. huttoni* Kirk als bloße Varietäten der europäischen Art bezeichnet, so kann man ein solches Verfahren keineswegs billigen.

Bei der großen Uniformität der *Thysanozoen* ist es unmöglich, auch nur mit einiger Sicherheit aus oberflächlichen Beschreibungen und Abbildungen (namentlich, wenn sie bloß die Dorsalseite betreffen) eine Speciesdiagnose zu stellen. In solchen Fällen wird es immer der Wissenschaft förderlicher sein, diese Unsicherheit dadurch einzugestehen, dass man solche Formen einstweilen in den unvermeidlichen Ballast fraglicher Species einreiht. Der Thiergeograph hat das Recht, von dem Monographen einer Gruppe zu verlangen, dass dessen Angaben über die Verbreitung einer Species nicht aus negativen, sondern aus positiven Befunden geschöpft werden. In zweifelhaften Fällen solcher Art muss die Untersuchung der Originalexemplare erfolgen und, wenn diese unmöglich ist oder kein sicheres Resultat bietet, das Sammelergebnis zukünftiger Reisender an der fraglichen Lokalität abgewartet werden. Die große Variabilität und die Altersunterschiede, wie sie für *Th. brocchii* Grube von Lang (p. 530) beobachtet und von mir weiter unten auch für *Th. alderi* Collingwood und *Th. allmani* Collingwood konstatirt werden, erschwert zwar die Aufgabe des Bearbeiters, entbindet ihn aber nicht der Pflicht, nach obigen Grundsätzen vorzugehen.

Mir war die Feststellung der Species erleichtert durch das verhältnismäßig reiche exotische Material, das mir Herr Prof. v. Graff gütigst zur Verfügung stellte und dessen Provenienz aus der Vorrede des Genannten, sowie aus der am Schlusse dieser Abhandlung gegebenen Verbreitungstabelle ersichtlich ist.

Leider war der Erhaltungszustand des Materials oft ein sehr schlechter, so dass selbst da, wo das Vorhandensein von mehreren Exemplaren es gestattet hätte, das für die anatomische Untersuchung des Polycladenkörpers einzig sichere Mittel, die Zerlegung in Schnittserien, in Anwendung zu bringen, die Resultate nicht im Einklange mit dem Opfer an Zeit und Mühe standen.

Von der Mehrzahl der Arten hatte ich aber bloß ein Exemplar, das natürlich geschont werden musste. So hat sich die Untersuchung der Hauptsache nach auf in Glycerin aufgehellte und schwach gequetschte Objekte beschränken müssen, ein Verfahren, das in den meisten Fällen genügte, um über Augenstellung, sowie die topographischen Verhältnisse des Verdauungs-(Gastrovascular-) und Geschlechtsapparates ins Reine zu kommen.

Dabei, wie auch bei der Untersuchung der Schnittserien[1], hat

[1] Ich habe solche angefertigt von *Th. auropunctatum* Coll., *Th. alderi* Coll., *Th. distinctum* n. sp.

sich übrigens herausgestellt, dass der äußerlichen Uniformität der Thysanozoon-Species eine große Übereinstimmung der anatomischen Verhältnisse bis auf die feinsten histologischen Einzelheiten herab entspricht. So kann ich daher nur in Bezug auf das Verhalten der Darmdivertikel zu den Rückenzotten, über den Bau der »Uterusdrüse« sowie des Kopulationsapparates zu der ausgezeichneten Darstellung, welche LANG von der Organisation des *Th. brocchii* Gr. gegeben hat, wesentlich Neues mittheilen.

Bevor ich jedoch auf die nähere Beschreibuug dieser neuen Befunde eingehe, drängt es mich, meinem hochverehrten Chef Prof. v. GRAFF einerseits für die Überlassung des Materials, andererseits aber für die Unterstützung, die er mir im Verlaufe dieser Arbeit aus dem reichen Vorrathe seines Wissens und seiner besonders großen Erfahrung in Hinsicht der formellen Ausarbeitung, angedeihen ließ, meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Rückenzotten und Darmäste. LANG hat (p. 137—138, 532), eine Beobachtung von QUATREFAGES bestätigend, für *Th. brocchii* Gr. das Eintreten von Darmdivertikeln in die Rückenzotten genau beschrieben und ich erwartete daher ein gleiches Verhalten bei den übrigen Species. Indessen entbehren alle von mir auf Schnitten untersuchten Arten solcher Darmdivertikel, so dass ich vermuthe, dass dieses Verhalten von *Th. brocchii* eine Eigenthümlichkeit derjenigen Formen ist, die, wie die genannte, mit besonders langen und schlanken Zotten versehen sind. Denn es fällt, wenn man Spiritusexemplare von *Th. brocchii* mit den mir vorliegenden exotischen Arten vergleicht, sofort auf, wie die Zotten dieser letzteren viel plumper, relativ kürzer sind und lockerer gestellt erscheinen.

Die »Uterusdrüsen« von *Thysanozoon distinctum* nov. spec. Auffallend ist bei dieser Art die Zahl und Größe der »Uterusdrüsen«, die hier eine Ausbildung erreichen, welche noch bei keinem anderen *Thysanozoon* beobachtet wurde. Wenn man einen Längsschnitt durch die Seitenfelder betrachtet, werden diese großen auffallenden Organe dem Untersucher kaum entgehen, insbesondere da in einem Schnitte deren oft zwei bis drei vorhanden sind. In Fig. 1, Taf. XXXVII ist ein Theil eines solchen abgebildet. Man erkennt daran das dorsale (*de*) und ventrale (*ve*) Körperepithel, von welchen der Einfachheit halber nur die Umrisse dargestellt sind. Fast der ganze dazwischen liegende Raum wird nun von der großen »Uterusdrüse« (*ud*) eingenommen. Diese liegt unterhalb der Schicht der Darmäste (*da*)

und stets im Verlaufe des das dorsale Eileiternetz (*eil*) mit den Uteruskanälen (*u*) verbindenden senkrechten Verbindungsganges (*vbg*) knapp dem Uterus an.

Wie man sieht, ist die Lage und Anordnung der »Uterusdrüsen« von *Th. distinctum* nov. spec. eine andere als die bei *Th. brocchii* Gr., bei welch letzterer Species die »Drüse« mittels eines eigenen Ausführungskanales in den Verbindungsgang einmündet[1].

Die Eileiter bilden bei den *Pseudoceriden* bekanntlich ein dorsales, über den Darmästen gelegenes Netzwerk, in welches die Ovarien einmünden. LANG hat (p. 285) ihren Ursprung aus dem Follikelepithel dieser letzteren nachgewiesen und ihren ferneren Verlauf und Bau eingehend geschildert (p. 288—289). Auch bei der vorliegenden Art konnte ich im Allgemeinen denselben histologischen Aufbau der Eileiter und des Verbindungsganges konstatiren, wie bei *Th. brocchii* Gr.; in einigen Punkten jedoch bin ich zu abweichenden Resultaten gekommen, die wohl zum Theil ihren Grund in der differenten Anordnung der Uterusdrüsen beider Species haben. LANG beschreibt nämlich auf p. 297 den Ausführungskanal der Uterusdrüse von *Th. brocchii* und hebt dessen Enge und Epithelauskleidung, die aus großen, würfelförmigen und stark färbbaren Zellen besteht, hervor. Ganz dasselbe histologische Verhalten fand ich, jedoch am Verbindungsgange, bei *Th. distinctum* vor, was, da dessen »Uterusdrüsen« separater Ausführungskanäle entbehren, leicht zu erklären ist. Und zwar ist hier stets derjenige Theil des Verbindungsganges in solcher Weise modificirt, der zwischen Eileiter und »Drüse« liegt. Es wird nämlich das platte Epithel des Eileiters unmittelbar, bevor er in den Verbindungsgang nach abwärts umbiegt, bedeutend höher und besteht dann aus würfelförmigen Zellen. Das sich daran anschließende Epithel des Verbindungsganges zeigt sich als eine einfache Fortsetzung dieses modificirten Eileiterepithels, nur werden hier die Zellen noch höher, cylindrisch und engen dadurch das Lumen des Ganges bedeutend ein. Je näher zur »Uterusdrüse« hin, desto enger wird der Gang, bis er unmittelbar vor der Einmündung in dieselbe durch den daselbst befindlichen, gleich zu besprechenden Sphincter (*sph*) ringförmig eingeschnürt wird. Ich konnte nämlich auch (im Gegensatze zu LANG) überall an den Eileitern, dem Verbindungsgange und der »Uterusdrüse« eine wohlausgebildete Ringmuskulatur konstatiren. Bei den Eileitern ist sie freilich noch schwach und oft undeutlich zu sehen (*meil*), desto kräftiger wird sie jedoch beim Verbindungsgange (*mvbg*), woselbst sie oft, besonders gegen die Uterus-

[1] LANG hat (p. 297—302) eine ähnliche Verschiedenheit in der Lage dieser Drüsen auch bei anderen Polycladen konstatirt.

drüse hin, in doppelter Anordnung zu sehen ist. Unmittelbar vor der Einmündung des Ganges in diese letztere bilden die Ringmuskelfasern den eben genannten Sphincter (*sph*), der im Stande ist, die Kommunikation zwischen Drüse und Gang vollständig aufzuheben.

Man sieht ferner sowohl die Eileiter als auch den Verbindungsgang von einer Art Pseudoepithel des Mesenchyms eingehüllt (*pe*). Es liegen nämlich die Mesenchymkerne hier in regelmäßigen Abständen dem Eileiter- resp. Verbindungsgangepithel an und schließen die Ringmuskelfasern zwischen sich und diesem letzteren ein.

Die »Uterusdrüse« hat LANG bei *Th. brocchii* (p. 297—298) genau beschrieben und ist dieser Schilderung nichts weiter beizufügen als, dass bei *Th. distinctum* die ihren Innenraum auskleidenden Drüsenzellen in das Lumen protoplasmatische Fortsätze entsenden, die, Pseudopodien gleich, den Drüseninhalt zu durchsetzen und zu verzehren scheinen. Dann vermochte ich, wie schon oben bemerkt, auch hier eine kräftige Uterusdrüsenmuskulatur (*udm*) nachzuweisen, deren Anwesenheit bei *Th. brocchii* LANG in Abrede stellt. Diese Muskulatur besteht bei *Th. distinctum* aus einzelnen kräftigen, aus starken Fasern zusammengesetzten Bündeln, die über die Außenfläche der »Drüse« zerstreut anzutreffen sind. Sie hat ohne Zweifel den Zweck, den Drüseninhalt, sei es nach der Richtung der Eileiter, sei es nach der des Uterus hin zu entleeren.

Die »Uterusdrüse« mündet nun direkt in die Uteruskanäle (*u*) ein. Man sieht nämlich an einer Stelle ihre Tunica propria ganz unvermittelt in die Membrana propria des Uterusepithels übergehen; es kommunicirt also das Lumen der »Drüse« direkt mit dem des Uterus. Bei der in Fig. 1 Taf. XXXVII abgebildeten »Drüse« ist diese Kommunikation deutlich sichtbar.

Was ist nun die Funktion dieser Organe?

Diese Frage ist schwer zu entscheiden, doch giebt es einige Anhaltspunkte, die eine befriedigende Lösung derselben erwarten lassen. Man findet nämlich sowohl die Eileiter als auch die Verbindungsgänge sehr oft, fast stets mit einer Masse erfüllt, die ich nicht anstehe, für Sperma zu halten. In der »Drüse« selbst erkennt man stets eben solche Massen, die ein nur wenig modificirtes Aussehen haben. Beide Arten von Anhäufungen stimmen aber darin überein, dass sie hochgradig kyanophil sind, sich mit Methylgrün lebhaft färben und einen Farbton annehmen, der sich von dem des gefärbten, in den großen Samenkanälen vorhandenen Sperma nicht unterscheiden lässt. LANG hat konstatirt, dass die Begattung bei den *Pseudoceriden* keine Kopulation im wahren Sinne des Wortes ist, sondern dass die Thiere eines dem

anderen vermittels ihres harten Penisstilettes eine Wunde an irgend einer Stelle des Körpers beibringen und dortselbst ihr Sperma deponiren. Man wird daher überall im Leibe dieser Thiere solche Spermaanhäufungen finden können und ihr Vorhandensein in den Eileitern, wo sie sich schließlich koncentriren, dürfte auf eine durch chemotropische Reize bewirkte Überwanderung zurückzuführen sein. Meine Deutung des Inhaltes der Eileiter und der »Uterusdrüsen« als Spermamassen wird noch durch folgende theoretische Betrachtungen gestützt. Es bleibt, wenn man diese Annahme verwirft, nichts übrig, als die fraglichen Massen für ein »Sekret« der »Uterusdrüse« zu erklären, eine Annahme, die aber sofort auf einen schwer lösbaren Widerspruch stößt: Da von diesem »Sekrete« distal weder in den Uteruskanälen, noch im Eiergange oder Schalendrüsengange etwas zu finden ist, so müsste man annehmen, dass dasselbe aus der »Uterusdrüse« proximal in den Eileiter ergossen würde, demnach seine Bewegungsrichtung der der Eier, die ja vom Ovarium zum Uterus hin wandern, genau entgegengesetzt sei. Die Eier fänden dann in dem ihre Leitungswege prall ausfüllenden »Sekrete« ein gewaltiges Hindernis der Abwärtsbewegung, ohne dass doch abzusehen wäre, welche Bedeutung dieses »Sekret« für die Eier haben sollte, da ein Vergleich der Ovarialeier mit den Uteruseiern irgend eine auf ein solches »Sekret« zurückzuführende Veränderung nicht erweisen lässt. Wenn man dagegen die in Folgendem noch zu erweiternde Anzahl von Thatsachen erwägt, welche alle dafür sprechen, dass diese die Eileiter, den Verbindungsgang und die »Uterusdrüse« erfüllenden Massen nichts seien als Sperma, so wird man von diesem Gesichtspunkte aus auch unschwer zu einer plausibeln Erklärung der bisher unbekannten Funktion der Uterusdrüsen gelangen.

Das in den Uterusdrüsen enthaltene Sperma ist in seinem Aussehen ein wenig, wenn auch nur in sehr geringer Weise modificirt; es macht einen zerfallenen, abgestorbenen Eindruck, während das in den Eileitern vorhandene wohlerhalten, und von dem in den großen Samenkanälen befindlichen nicht zu unterscheiden ist. Wir finden von solchem Sperma weder im Uterus noch in den weiteren gegen den weiblichen Genitalporus gelegenen Leitungswegen der Eier etwas vor.

Selenka[1] hat nun die Beobachtung gemacht, die auch von Lang (p. 322) bestätigt wurde, dass in jeder Eikapsel unmittelbar nach der Ablage der Eier ein einziges Spermatozoon enthalten ist. Ersterem gelang es sogar durch eigene Beobachtung nachzuweisen, dass eine Befruchtung der Eier von *Th. brocchii* erst nach der Ablage der Eier

[1] Selenka, Zoologische Studien. II. Zur Entwicklungsgeschichte der Seeplanarien. Leipzig 1881. p. 9 u. 10.

durch eben dieses Spermatozoon stattfindet. Eine Befruchtung der Eier innerhalb der weiblichen Leitungswege ist an und für sich schon nicht möglich, da nach den Angaben von SELENKA[1], LANG[2] und VAN DER STRICHT[3], die auch ich bei den sämmtlichen von mir histologisch untersuchten *Thysanozoen* bestätigt fand, die Eier innerhalb des mütterlichen Körpers Theilungserscheinungen des Kernes durchmachen, die sich sogar noch bis nach der Ablage derselben hinziehen. Diese Theilungsvorgänge beginnen unmittelbar nach dem Eintritte der Eier in die Uteruskanäle und führen bis zum Diasterstadium, in welchem die Kerne auch noch einige Zeit, nachdem die Eier abgesetzt sind, verweilen. Es war mir auch, trotz angestrengten Suchens nicht möglich, innerhalb der Uteruskanäle und dem sonstigen Leitungswege in die Eier eingedrungene Spermatozoen zu finden[4]. Dass nun bei den abgelegten Eiern stets nur ein Spermatozoon anzutreffen ist, lässt nach SELENKA, dem auch LANG beistimmt, auf eine »sehr subtil und sicher funktionirende Vorrichtung im weiblichen Geschlechtsapparate schließen«. Solch geartete Vorrichtungen, sei es nun in Gestalt von Receptaculis seminis, von accessorischen Blasen etc., hat nun weder LANG noch ich vom Uterus an gegen den Genitalporus hin aufzufinden vermocht.

Wenn man das die »Uterusdrüse« von innen auskleidende Epithel betrachtet, bemerkt man, wie schon oben angeführt wurde, dass die Zellen gegen das Centrum der Drüse hin unregelmäßig gestaltete zerfranste Fortsatzbildungen entsenden, die den Drüseninhalt zu durchsetzen und zu verzehren scheinen; ihr Protoplasma weist größere und kleinere Vacuolen auf, in welchen fast stets kleine Häufchen des im Drüsenlumen selbst vorhandenen Inhaltes suspendirt sind; mit einem Worte: die Zellen haben einen aufnehmenden, nicht einen absondernden Charakter. Dies wird bestätigt durch die Thatsache, dass man sowohl im Lumen der »Uterusdrüse«, sowie im Speciellen in den Vacuolen der sie auskleidenden Zellen auch Bruchstücke von Eiern und Dotterelemente vorfindet.

[1] SELENKA, Biologisches Centralblatt. 1. Jahrg. 1881. p. 492—497.

[2] LANG, Monographie. p. 295.

[3] VAN DER STRICHT, Verhandl. d. Anatom. Gesellschaft. 1894. p. 223—232.

[4] SELENKA hat diesen Vorgängen eine Auffassung unterlegt, die ich nicht theilen kann, so lange nicht bestimmte Beobachtungen über die Ausstoßung der Richtungskörperchen vorliegen. Ich glaube vielmehr an Reifungserscheinungen der Eier, eine Ansicht, der auch VAN DER STRICHT Ausdruck giebt, und die dadurch gestützt wird, dass man von der Bildung des Eies im Ovarium selbst bis nach der erfolgten Ablage desselben keine andere Vorbereitung des Kernes zur Abschnürung der Richtungskörper als eben diese beobachtete Theilungserscheinung des Kernes wahrgenommen hat.

Gestützt auf diese eben angeführten Befunde betrachte ich die sogenannte »Uterusdrüse« als ein den Verbrauch von Sperma regulirendes Organ im Sinne SELENKA's und LANG's. Ich sehe in ihr eine Vorrichtung, vermittels welcher der Organismus der *Thysanozoen* in der Lage ist, die von ihm producirten Eier sicher zu befruchten und fernerhin den nach der Abgabe des betreffenden Spermatozoons an die Eier überflüssigen Rest des Sperma auf eine für den Verbrauch der Kräfte nützliche Art zu resorbiren und das frei gewordene Material in anderer Weise zum Weiteraufbau des Körpers zu verwenden. In demselben Sinne scheint dieses Organ auch eine Resorption der ungenügend reifen und widerstandsfähigen Eier durchzuführen, wie das die Eibruchstücke und Dotterkörnchen, welche von dem Innenepithel gefressen worden, zur Genüge beweisen. Ähnliche Vorrichtungen zur Aufsaugung überschüssiger Massen von Geschlechtsprodukten finden wir in anderen Gruppen der Würmer: Man denke an den Ductus vitello-intestinalis der *Polystomeen* und anderer ektoparasitären *Trematoden*, an die von GRAFF[1] beschriebene Inkorporation der Abortiveier in die bleibenden Eizellen der *Acoelen*.

Ich stelle mir also den ganzen Vorgang von dem Austritte des Eies aus dem Ovarium bis zum Eintritte desselben in die Uteruskanäle folgendermaßen vor: Das fertige Ei verlässt das Ovarium und gelangt, eine Portion des im dorsalen Eileiternetze vorhandenen Sperma vor sich herschiebend, durch den Verbindungsgang in die Nähe der »Uterusdrüse«. Bevor es in dieselbe eintritt, wird naturgemäß das vor ihm befindliche Sperma in diese hineingeschoben. Hinter diesem schließt sich der Sphincter des Verbindungsganges und hält das Ei für die Zeit als das Sperma in der Uterusdrüse verdaut wird, zurück. An dem Ei bleibt ein Spermatozoon kleben, welches das erstere bei dem nun erfolgenden Durchgang durch die »Drüse« in die Uteruskanäle mitnimmt. Etwa nachfolgendes Sperma wird ebenfalls zurückgehalten und resorbirt. Passirt ein unreifes oder nicht genug widerstandsfähiges Ei die »Drüse«, so unterliegt auch dieses der Verdauung durch letztere.

Kopulationsapparat. Ich habe bei einigen der mir zur Untersuchung vorliegenden Arten, nicht wie bei *Th. brocchii* einen doppelten, sondern einen einfachen männlichen Kopulationsapparat vorgefunden, dessen genauere Beschreibung unten folgt. Nun ist bekanntlich eine wechselnde Zahl der männlichen Generationsorgane bei sonst ganz gleicher oder ähnlicher Organisation in der Familie der

[1] L. v. GRAFF, Die Organisation der Turbellaria acoela. Leipzig 1891. p. 46 bis 47.

Pseudoceriden nichts Neues, hat ja LANG bei dem Genus *Pseudoceros* selbst ein solches Verhalten konstatiren können. Er fand nämlich bei *Pseudoceros maximus* Lang drei geschlechtsreife Exemplare, von denen das eine einen einfachen Begattungsapparat besaß, das zweite zwar mit einem doppelten Begattungsapparate aber einfacher Geschlechtsöffnung versehen war. Hier lagen nun die beiden Penes rechts und links von der Medianlinie, während endlich das dritte mit eben solchem doppeltem ♂ Geschlechtsapparate und einfacher Genitalöffnung die zwei Penes in der Medianlinie hinter einander gestellt hatte. LANG hat (p. 270—271) alle drei Exemplare, da er sonst gar kein specifisches Unterscheidungsmerkmal finden konnte, zu einer Art vereinigt.

Dieses Verfahren scheint mir jedoch nicht zulässig zu sein. Eine solche anatomische Differenz muss im System Ausdruck finden, in so lange als es nicht erwiesen ist, dass wir es hier mit einem individuellen Charakter zu thun haben, so dass also aus dem Laiche eines und desselben mütterlichen Individuums von *Pseudoceros maximus* Lang die erwähnten drei verschiedenen Formen im Aufbaue des Kopulationsapparates hervorgehen können. Es ist diese Vorsicht doppelt geboten für einen Systematiker, dem im Übrigen die Ein- oder Mehrzahl des Kopulationsorgans wichtig genug erscheint, um sie in Familiendiagnosen aufzunehmen. Zudem hat ja LANG einen anderen anatomischen Charakter: das Vorhandensein oder Fehlen einer direkten Kommunikation zwischen Darmdivertikeln und Körperoberfläche und im ersteren Falle die Art dieser Kommunikationen verwendet, um nicht bloß Gattungen (*Yungia*, *Cycloporus*) zu charakterisiren, sondern auch die Genera einer Familie (*Pseudoceridae* p. 430) in Untergruppen zu scheiden. Diesem Vorgehen wird Jeder zustimmen, dem ein natürliches System als letztes Ziel unserer zoologischen Wissenschaft vorschwebt, — so misslich auch die Konsequenzen für die Praxis des Bestimmens sein mögen. Aber dann wird auch der Bau des Kopulationsapparates bis auf Weiteres systematisch nicht so vernachlässigt werden können, wie dies LANG bei *Pseudoceros maximus* gethan hat, und man wird ihm zum mindesten den Werth eines specifischen Merkmales beilegen müssen.

Was den Bau des einfachen Penis anbelangt, so habe ich durch das genannte Organ von *Th. auropunctatum* Coll. und *Th. alderi* Coll. Schnittserien angefertigt, aber bei allen ein und denselben Bau in anatomischer und histologischer Beziehung vorgefunden. Ich lasse daher, um spätere Wiederholungen zu vermeiden, hier eine Beschreibung der bei den genannten Arten angetroffenen Verhältnisse folgen, die

zugleich eine Ergänzung und Erweiterung der LANG'schen Charakteristik des Genus *Thysanozoon* Grube sein mag, in so weit sie auch auf *Thysanozoen* mit einfachem Penis angewendet werden soll.

Das einfache Antrum masculinum (Taf. XXXVI, Fig. 1, 2 *am*) birgt den ebenfalls einfachen, von einer Penisscheide (*pss*) umgebenen Penis (*ps*). Dieser besteht aus dem chitinösen Stilett (*st*), welches vom Ductus ejaculatorius durchbohrt wird. Der letztere spaltet sich unmittelbar vor seinem Eintritte in den Penis in zwei Gänge, von denen der eine aus der länglichen Samenblase (*sb*), der andere aus der fast kugeligen Körnerdrüse (*kd*) kommt. Letztere liegt in der Längsrichtung des Körpers vor der ersteren. Diese ist eine langgestreckte, sehr muskulöse Blase, deren histologisches Verhalten, eben so wie das der Körnerdrüse, genau mit dem bei *Th. brocchii* übereinstimmt. Zur Samenblase her ziehen jederseits je ein Vas deferens (*vd*), welches das Sperma aus den großen Samenkanälen herleitet. Diese beiden Gänge vereinigen sich unmittelbar vor der Samenblase zu einem sehr kurzen gemeinschaftlichen Gang, der selbst erst in jene einmündet[1].

Diesen einleitenden Bemerkungen entsprechend, theile ich diejenigen Species des Genus *Thysanozoon*, deren specifische Charaktere mir genügend festgestellt erscheinen, in zwei Gruppen, je nach der Beschaffenheit des Kopulationsapparates und schließe daran das Verzeichnis der fraglichen Species, wie folgt:

Genus Thysanozoon Grube.

Pseudoceriden mit spitzohrähnlichen faltenförmigen Randtentakeln, mit zottenförmigen dorsalen Anhängen, in welche bisweilen Divertikel der Darmäste hineintreten, ohne jedoch daselbst auszumünden, mit einfachem oder doppeltem männlichen Begattungsapparate.

A. Mit einfachem männlichen Kopulationsorgane:
- *Th. auropunctatum* Kelaart-Collingwood,
- *Th. alderi* Collingwood,
- *Th. allmani* Collingwood,
- *Th. semperi* nov. spec.,
- *Th. boehmigi* nov. spec.,
- *Th. obscurum* nov. spec.

B. Mit doppeltem männlichen Kopulationsorgane:
- *Th. brocchii* Grube,
- *Th. cruciatum* Schmarda (= ? *Th. brocchii* Gr. var. *cruciata* Schmarda),

[1] LANG, Monographie. p. 266.

Th. discoideum Schmarda,
Th. minutum nov. spec.,
Th. langi nov. spec.,
Th. distinctum nov. spec.

C. Species, die zu wenig genau beschrieben sind, als dass man sagen könnte, welcher der beiden obigen Gruppen sie zugehören:

Th. diesingi Schmarda [1],
Th. nigrum Girard [2],
Th. australe Stimpson [3],
Th. ovale Schmarda [4],
Th. tentaculatum (Pease) [5],
Th. verrucosum Grube [6],
Th. spec.? Moseley [7],
Th. papillosum Sars-Jensen [8],
Th. huttoni Kirk [9],
Th. aucklandicum Cheeseman [10].

Unter dem mir vorliegenden Materiale befand sich auch ein von Herrn Prof. K. Möbius bei Mauritius gesammeltes und derzeit dem kgl. Museum in Berlin einverleibtes Thysanozoon. Doch war dessen Erhal-

[1] Siehe unten p. 716.

[2] Von Lang (p. 535) als Varietät des *Th. brocchii* Gr. bezeichnet.

[3] Siehe sub Lang p. 536—537.

[4] Wird von Lang (p. 526) unter den Synonymen von *Th. brocchii* Gr. angeführt.

[5] Von Lang (p. 536) als Varietät des *Th. brocchii* Gr. bezeichnet.

[6] Mir lag das Originalexemplar aus dem Naturhistorischen Museum zu Hamburg (»*Thysanozoon verrucosum* Grube, Grube det., Südsee?, M. G. 3160«) vor, doch habe ich mich vergeblich bemüht, an diesem schlecht erhaltenen Unicum mehr zu sehen, als Grube seiner Zeit davon beschrieben hat. Das eine aber kann ich mit Bestimmtheit sagen, dass *Th. verrucosum* Gr. nicht, wie Lang (p. 537) meint, mit dem *Th. auropunctatum* Kelaart-Collingwood identificirt werden darf.

[7] Lang führt diese Form (p. 530) unter den Synonymen von *Th. brocchii* Gr. auf.

[8] Lang führt (p. 536) diese Form als Varietät des *Th. brocchii* Gr. auf, obgleich es mir durchaus fraglich erscheint, ob hier nicht etwa eine distinkte Species vorliegt. Sollte durch spätere Untersuchungen letzteres sich erweisen, so müsste allerdings ein neuer Speciesname zur Bezeichnung verwendet werden, nachdem »*papillosum*« schon von Diesing und Grube lange vorher verbraucht worden ist, wie aus Lang's Synonymenregister für *Th. brocchii* Gr. hervorgeht.

[9] Die Meinung Lang's (p. 617), »dürfte wohl kaum mehr als eine Varietät von *Th. brocchii* sein«, ist weder durch die ungenügende Beschreibung noch auch durch den Fundort (Lyall Bay, südliches Eismeer) gerechtfertigt.

[10] Dasselbe gilt für die Identificirung dieser Species mit *Th. brocchii* Gr. durch Lang (p. 617).

tungszustand ein so schlechter, dass es weder bestimmt noch auch die Zahl der Kopulationsorgane und deren Öffnungen konstatirt werden konnten. Es hat daher nur ein Interesse in Hinsicht der geographischen Verbreitung der Gattung.

Thysanozoon auropunctatum Kelaart-Collingwood.
(Taf. XXXV, Fig. 1 u. 2, Taf. XXXVI, Fig. 1 u. 2.)

Diese große schöne Art wurde zuerst von KELAART bei Aripo (West-Küste von Ceylon) gefunden und von COLLINGWOOD [1] folgendermaßen beschrieben: »A large species. Upper surface, a rich violet brown, darker in the centre and edged all round with a border of pure white. Thickly studded with papillae, small and conical, the bases of which are black the apices golden yellow, and the intermediate band white. Under surface pale purple, very dark towards the margin all round, but having the narrow white border as above. Head furnished with two small rudimentary tentacles. Mouth situated between the middle and anterior third 28th February.«

In den der Abhandlung beigefügten Tafeln giebt COLLINGWOOD auch eine Abbildung des Thieres, von der Rückenseite aus gesehen, sowie eine Darstellung der vergrößerten Zotten.

BROCK sammelte nun bei Batavia (»Edam und vom Leuchthurme«) an der Unterseite von verwitterten Korallenblöcken acht Exemplare einer Polyclade [2], welche sowohl, was die von ihm nach dem Leben angefertigten Farbenskizzen, als auch, was das Aussehen im konservirten Zustande anbelangt, so sehr mit der obigen Beschreibung der KELAART'schen Art übereinstimmt, dass ich kein Bedenken trage, sie mit letzterer zu identificiren. Nach diesen Skizzen und dem konservirten Materiale habe ich die auf Taf. XXXV Fig. 1 u. 2 reproducirten genauen Abbildungen der Ober- und Unterseite angefertigt und folgende neue Beschreibung dieser Art verfasst, die eine Ergänzung der im Allgemeinen dürftigen Schilderung COLLINGWOOD's darstellen mag.

Die Länge des Thieres beträgt im Leben bis zu $10^1/_2$ cm, im Alkohol von 3 bis zu 7 cm; die Breite im Leben bis 5 cm, im Alkohol von 2 bis $3^1/_2$ cm. Die Dicke der Spiritusexemplare schwankt von $1^1/_2$ bis über 5 mm und zwar variiren darin nicht nur die verschiedenen Individuen, sondern auch Partien ihres Körpers. Dieser ist nämlich dorsal und median der Länge nach stark aufgewulstet. Daher kommt es, dass ein großes ausgebildetes Exemplar am Rande $1^1/_2$—2 mm, in

[1] On thirty-one Species of Marine Planarians, collected partly by the late Dr. KELAART, etc. By Dr. COLLINGWOOD. Transactions of the Linnean Society of London. II. Series. Vol. I. 1876. p. 94—95. Tab. XVIII, Fig. XIII *a* u. *b*.

[2] Eigenthum der zoolog. Sammlung in Göttingen.

der Mitte jedoch über 5 mm dick werden kann. Diese Aufwulstung des Körpers in der dorsalen Medianlinie scheint von der Reife der Geschlechtsorgane abzuhängen, die mehrstentheils bei den größeren Exemplaren bereits ausgebildet, bei den kleineren Individuen jedoch sehr häufig noch in den ersten Anlagen vorhanden sind. Man findet aber auch unter den größeren Thieren oft relativ wenig erhabene Rückenwülste, — da wird denn die Durchschnittsdicke des Körpers auch eine geringere, oder man kann kleinere Individuen antreffen, die mit verhältnismäßig sehr starkem Rückenwulste ausgestattet auch eine entsprechend größere Körperdicke aufweisen[1].

Die Körperform ist im Leben eine lang-ovale, im konservirten Zustande mehr kurz-eiförmige. Die Konsistenz der Alkoholexemplare ist eine ziemlich feste, die Pelluciditätin Folge der äußerst starken Pigmentirung eine sehr geringe.

Die Grundfärbung des Rückens ist beim lebenden Thiere dunkelschwarzbraun mit einem Stiche ins Violette, welch letzterer Ton sich jedoch bei den Spiritusexemplaren verliert. Um den Körperrand, mit Ausnahme der Tentakel, verläuft ein schmaler, weißlicher Streifen, welcher in Alkohol eine mattgraue Färbung annimmt. Diesen Randsaum ausgenommen ist die gesammte Rückenoberfläche mit der Zottenbekleidung besetzt, welche bei den Brock'schen Exemplaren, im Gegensatze zu denen von Collingwood, aus zahlreichen kleinen und konischen Zotten besteht, die auf der Oberfläche des Rückens gleichmäßig dicht vertheilt sind, wozu noch eine bedeutend geringere Zahl von großen, sich aus runden helleren Fleckchen der Rückenseite erhebenden Papillen kommt, welche die Anzahl der kleineren ebenfalls gleichmäßig durchsetzen und eben so wie diese mit der Spitze nach rückwärts gerichtet sind. Die Färbung der sämmtlichen Zotten ist im Leben eine recht bunte. Sie zeigen eine dunkle Basis von der Farbe der Dorsalseite, eine weiße Mittelzone und eine goldgelbe Spitze. Im Alkohol verlieren sie jedoch die gelbe Spitzenfärbung und sind dann bis auf die schwärzliche Basalzone einförmig grauweißlich gefärbt.

Interessant ist es, eine längsdurchschnittene größere Zotte auf die Vertheilung des Pigmentes, welches ihr die Dreifarbe verleiht, zu betrachten. Wir finden hier vorerst eine Basalzone vor, in welche sich noch das dunkle Pigment der umgebenden Rückenpartie fortsetzt, welches auch hier an das interstitielle Gewebe des Epithels gebunden ist. Dieser Theil der Zotte entspricht der dunkelgefärbten Basis derselben. Auf diese folgt eine Mittelzone, woselbst sich keine Spur eines Pigmentes

[1] Siehe das später auf p. 708 über das Verhältnis der Geschlechtsreife zur Größe der Thysanozoen Gesagte.

entdecken lässt. Diese Zone bildet das weißaussehende Mittelstück der Zotte. Endlich bemerken wir an der Spitze derselben zwischen die anderen Epithelzellen eingekeilt, große flaschenförmige Zellen, deren Protoplasmaleib stark reducirt ist und nur die Hülle des stark lichtbrechenden homogenen Sekretes bildet, das in seinem Centrum eine Anzahl noch stärker lichtbrechender Körnchen suspendirt trägt. Der Kern, sowie eine stärkere Anhäufung von Protoplasma findet sich an der Basis dieser Zellen. Bringt man nun einen Objektträger mit den Schnitten der Zotte etwa aus Xylol in Kanadabalsam, so sieht man bei starker Vergrößerung diese obenerwähnten Körnchen in eine zitternde Bewegung gerathen, welche durch endosmotische Strömungen hervorgebracht wird. Man kann an jeder dieser Zellen auch eine Art oberer Öffnung erkennen, aus welcher dann das Sekret auszutreten vermag. Die Höhe der Zellen erreicht die volle Höhe des Epithels; sie sind besonders an der äußersten Spitze der Zotten so dicht gedrängt anzutreffen, dass sie alle anderen Epithelelemente zu verdrängen scheinen. Diese großen, flaschenförmigen Zellen sind nun die Träger der goldgelben Färbung der Zottenspitzen[1].

Die Bauchseite des lebenden Thieres (Fig. 2) zeigt einen grauen Grundton, der durch eine Anzahl von kleineren und größeren helleren, runden Flecken, die sich aber im Alkohol verlieren, ein gesprenkeltes Aussehen erhält. Diese hellen Fleckchen finden sich jedoch nur im Bereiche der Seitenfelder. Der Körperrand wird, wie auf der Rückenseite, von einem weißlichen Saum umgeben, der aber hier nach innen unvermittelt an ein schwärzlich dunkles Band stößt, welches sich allmählich in das Grau der Bauchfläche abtönt.

Die Tentakel besitzen die bekannte Spitzohrform, haben dorsal die Farbe der Rückenseite, eben so ventral, nur setzt sich hier der eben besprochene weiße Randsaum auch auf sie bis zu ihrer Spitze hin fort.

An der Unterseite des Thieres erkennen wir nun zunächst den im ersten Drittel der Körperlänge gelegenen langgestreckten Pharynx (Taf. XXXV, Fig. 2 *ph*), auf welchen die einfache männliche Geschlechtsöffnung (♂) folgt, aus welcher der Penis in der Abbildung halb hervorgestreckt ist. Hinter dieser liegt die weibliche Genitalöffnung (♀) an der Grenze des ersten und zweiten Drittels der Gesammtlänge des Thieres; endlich bemerken wir den kleinen Saugnapf (*sn*), der genau im Mittelpunkte der Bauchseite gelegen ist. In der hinteren Körperhälfte sieht man in der Medianlinie eine längliche, weißliche Masse durchscheinen, die sich bei näherer Untersuchung als eine Anhäufung

[1] Siehe Lang, Monographie p. 55: »Pigmentzellen des Epithels«.

von Sperma herausstellte. Darmdivertikel habe ich in den Zotten nicht gefunden, nur Mesenchym, Längs- und Quermuskeln zur Bewegung derselben, sowie zahlreiche Drüsen. Bei einem Individuum fand ich ferner Stücke einer gefressenen Spongie im Hauptdarm vor, deren Kieselnadeln nicht nur im Lumen desselben, sondern auch in seinen Epithelzellen zahlreich vorhanden waren. Herr Prof. A. v. Heider hatte die Güte selbe als *Esperia contareni* Schmarda = *Esperella contareni* Vosmaer zu bestimmen.

Lang hat (p. 537) diese *Thysanozoon*-Species mit *Th. verrucosum* Gr. zusammengestellt. Ich habe schon oben (p. 700 Anm. 6) hervorgehoben, dass diese Identificirung unberechtigt ist. Hier sei noch weiter bemerkt, dass die Farbe des Körpers und der Zotten von *Th. auropunctatum* eine so charakteristische und bei allen Individuen gleichbleibende ist, dass eine Verwechselung mit anderen Species nicht leicht möglich sein wird.

Thysanozoon alderi Collingwood.

(Taf. XXXV, Fig. 3 u. 4, Taf. XXXVI, Fig. 3 u. 4.)

Collingwood liefert[1] von dieser Art folgende Beschreibung: »Length 2¼ inches; breadth 1½ inch. Body thin with very irregular margin, amply folded and puckered. Upper surface of a general light brownish colour, with a narrow, pale external margin within which is a broad, black border, somewhat shaded and marbled. Down the median line for about three quarters of its extent runs an irregular, black marbling; a faint marbled pattern of pale brown is diffused over the general surface; and a lens discloses also a fine ramification of a darker tinge throughout. The whole upper surface is studded with small papillae of a conical form, the footstalks of which are pale and the distal extremities orange. Many of these papillae arise from an elevated white spot or tubercle, such tubercles producing only one papilla each; and other papillae exist upon the black margin, as well as on the general surface. Under surface whitish, edged with black, the part answering to the black marbled line on the dorsum being here opaque white. Head blakish, angular, raised somewhat above the genéral plane of the body, flexible, and having two projecting angles or folded tentacles. One was found under stones about twoo feet under water at low tide, upon a reef of the island of Labuan, coast of Borneo, on August 22.« Collingwood giebt dazu Abbildungen des ganzen Thieres, der beiden Formen von Zotten und der Tentakel.

Die mir vorliegenden drei Exemplare, welche Brock bei Amboina

[1] l. c. p. 88, Tab. XVII, Fig. 1 *a*, *b*, *c*, *d*, *e*. — Lang, Monographie, p. 537.

am 6. August 1885 unter Korallenblöcken gesammelt hat[1], haben im konservirten Zustande ziemlich dasselbe Aussehen wie Collingwood angiebt. Die Länge der Spiritusexemplare schwankt zwischen $3^1/_2$—8 cm, die Breite zwischen 2 und $4^1/_2$ cm. Die Dicke ist der wechselnden Größe gemäß verschieden und erreicht bei dem größten Exemplare im Bereiche des dorsalen Längswulstes circa 4 mm, am Rande und in den Seitenfeldern jedoch dürfte sie nicht mehr wie 2 mm betragen. Die Körperform ist eine länglich eiförmige; die vordere Leibeshälfte ist im Allgemeinen breiter als die hintere, welche gegen das aborale Ende zu fast in eine Spitze ausläuft. Der Rücken ist median der Länge nach aufgewulstet und der Rand des Körpers auch bei dem abgetödteten Thiere stark gefältelt. Die Grundfarbe der Oberseite bildet bei den Alkoholexemplaren ein helles Bräunlichgelb, während der äußerste Rand schmal weißlich gefärbt ist. An diesen lichten Randsaum stößt nach innen ein breites, schwarzes, gegen die Mitte des Thieres verschwimmendes Band. Der dorsale Längswulst ist ebenfalls schwärzlich, welche Farbe durch zahlreiche eben so gefärbte Ausläufer, die von der Medianlinie gegen die Peripherie hin ausstrahlen und durch eingestreute helle Fleckchen von der verschiedensten Größe ein marmorirtes Aussehen erhält. Eben so sind in den Seitenfeldern mancher Exemplare einige dreispitzige oder rautenförmige, mit einander oft durch feine Ausläufer in Verbindung stehende, schwärzlich gefärbte Flecke vorhanden. Es sei hier bemerkt, dass diese Flecken bei einigen Exemplaren oft gänzlich verschwinden, immer ist dann diese Erscheinung auch von einer Verminderung der allgemeinen Farbenintensität des Rückenwulstes begleitet. Die Thiere machen dann einen sehr hellen, durchscheinenden Eindruck. Ein solches Exemplar hat Collingwood in seiner Abhandlung abgebildet. Im Gegensatze hierzu trifft man auch Individuen an, bei welchen die schwärzliche Färbung bei Weitem dominirt, so dass diese Flecke ein zusammenhängendes dunkles Netzwerk bilden und in Verbindung mit dem ebenfalls schwarzen Seitenrande und Rückenwulste treten. Mir liegt ein solches sehr pigmentreiches Exemplar vor, welches von P. u. F. Sarasin bei Trincomali gesammelt wurde[2]. Zwischen diesen beiden Extremen in der Mitte steht ungefähr das von mir in Fig. 3 u. 4 abgebildete Individuum. Es scheint auch eine Zunahme der dunklen Färbung mit der wachsenden Größe des Thieres Hand in Hand zu gehen. Wenigstens sind unter den von Brock und Sarasin gesammelten Exemplaren die kleinsten stets die hellsten, die größten die am dunkelst gefärbten. Die kurzen, kleinen Zotten, von welchen ich bei den Brock'schen

[1] Eigenthum der zoolog. Sammlung in Göttingen.
[2] Sammlung des zoolog.-zootom. Institutes in Graz.

und SARASIN'schen Individuen im Gegensatze zu COLLINGWOOD nur eine Art und Form vorgefunden habe, sind in großer Zahl gleichmäßig auf der Rückenseite des Thieres vertheilt. Ihre Größe nimmt gegen den Rand hin ab, eben so die Intensität ihrer Färbung. Sie besitzen eine weißliche Basis und eine goldgelbe Spitze. Die Tentakel (Taf. XXXVI, Fig. 3, 4) sind länglich, vorgestreckt, von schwarzer Farbe mit gelblichem Randsaume und heller Spitze. Die Art und Weise der Vertheilung der Einzelaugen auf ihrer Oberfläche ist eine sehr wechselnde. Gehirnhofaugengruppe (*gha*) und ventrale Augenhaufen (*vah*) sind wohl ausgebildet.

Die Bauchseite der Spiritusexemplare (Taf. XXXV, Fig. 4) hat dieselbe Grundfärbung wie die Rückenseite, eben so sind der weiße und schwarze Randsaum vorhanden. Wir erkennen auch hier zunächst den halb hervorgestreckten Pharynx (*ph*), dann die männliche Geschlechtsöffnung mit etwas hervorstehendem Penis (♂), endlich die weibliche Genitalöffnung (♀) und den kleinen Saugnapf (*sn*). Ich konnte bei der Zerlegung in Schnittserien außer dem einfachen Penis und dem Nichteintreten von Darmdivertikeln in die Zotten nichts von dem bei *Th. brocchii* bestehenden Verhalten Abweichendes vorfinden.

Thysanozoon allmani Collingwood.

(Taf. XXXV, Fig. 12, Taf. XXXVII, Fig. 8 u. 9.)

Die Beschreibung, welche COLLINGWOOD[1] von dieser Art giebt, lautet folgendermaßen:

»Length $2^1/_{10}$ inches; breadth $^3/_4$ inch. Body translucent, papillose. Upper surface light brown, bekoming darker towards the margin, and with an irregular edging of opaque white all round, excepting the head. An elevated ridge runs along the median line of the dorsum. The whole upper surface is covered with clavate and pointed papillae, of a deep brown colour and varying in size, the smallest being the lightest-coloured and most numerously clustered, and occurring along the median ridge. Under surface grey darkening to deep brown at the sides and edged with opaque white. Head with two long tentacles, often thrown back and presenting the appearance of hare's ears. Tentacles dark brown tipped with white. Two minute white tentacles are situated in front of the head, beneath the hare like ones. Eye-spots situated in a light-coloured spot immediately posterior to the head in a dubble cluster, consisting of two small crescentic patches of minute black spots. Two specimens found at Singapore, west of the harbour, under pieces of dead corals, on the beach between tide-marks Nov. 22nd.«

[1] l. c. p. 89, Tab. XVII, Fig. II *a*—*c*. — LANG, Monographie p. 538.

Mit dieser Art identisch scheinen mir fünf Exemplare, welche P. u. F. SARASIN bei Trincomali gesammelt hatten (Sammlung des zool.-zootomischen Institutes in Graz).

Das größte der mir vorliegenden ovalen Spiritusexemplare ist stark gefältelt und circa $2^1/_2$ cm lang bei einer Breite von $1^1/_2$ cm. Die Dicke beträgt ungefähr 1 mm. Die Grundfarbe des Rückens ist bräunlich, längs der wulstartig erhobenen Medianlinie etwas dunkler. Die ganze Randpartie der Rückenfläche macht ebenfalls einen dunkleren Eindruck, welcher jedoch durch die daselbst dichterstehenden schwarzen oder dunkelbraunen Zotten hervorgebracht wird. Die Zottenbekleidung ist eine ziemlich dichte und besteht aus langgestreckten weißlichen und schwärzlichen Papillen, zwischen welche sich der Färbung nach alle möglichen Zwischenstufen einschieben. Die schwärzlichen sind, wie eben gesagt, längs des gesammten Körperrandes sehr dicht gestellt, finden sich aber auch zerstreut auf der übrigen Oberfläche, wo sie aber größer sind als die am Rande befindlichen. Die weißlichen Zotten finden sich am gehäuftesten auf den Seitenfeldern, die bei drei Exemplaren dadurch ein helles fast durchscheinendes Aussehen gewinnen. Sie kommen aber auch an anderen Stellen der Körperoberfläche z. B. längs der Medianlinie vor, hier aber stets mit dunkleren und ganz schwarzen untermischt. In der Nähe der Tentakel werden die Zotten kleiner und verschwinden unmittelbar dahinter ganz. Den Körperrand umläuft ein hellgefärbter zottenloser Streifen, der bei den verschiedenen Exemplaren jedoch nicht immer gleich ausgebildet ist, öfters (bei drei Exemplaren) fast fehlt.

Die Tentakel haben die bekannte Spitzohrform und sind an der Basis und Spitze weißlich, in der Mitte jedoch braun gefärbt. Die Einzelaugen sind auf denselben in der Weise vertheilt, dass sie längs des äußeren und inneren Faltenrandes in größeren Anhäufungen zu treffen sind (Taf. XXXVII, Fig. 9). Die Gehirnhofaugengruppe (*gha*) und die ventralen Augenhaufen (*vah*) sind wohl ausgebildet.

Die Bauchseite ist einfärbig weißgelblich mit hellerem schmalem Randsaume.

Die innere Organisation wies nichts Besonderes von den anderen *Thysanozoon*-Species Verschiedenes auf. Der Pharynx (Taf. XXXVII, Fig. 8 *ph*) ist rundlich und liegt im ersten Drittel der Körperlänge. Dicht hinter ihm bemerkt man die einfache männliche Geschlechtsöffnung (♂), auf diese folgt sogleich die weibliche (♀), endlich der in der Mitte der Bauchfläche liegende Saugnapf. Als abnormalen Fall bemerkte ich einmal, wie LANG bei *Th. brocchii*, eine Ausbildung von zwei hinter einander liegenden Saugnäpfen (Fig. 8 *sn*). Jederseits scheinen drei

Hauptstämme der Uteruskanäle in die weibliche Geschlechtsöffnung zu münden. Der Hauptdarm ist gestreckt und entsendet zahlreiche netzförmig anastomosirende Darmäste.

Die einzelnen Individuen zeigen nun nicht unbedeutende Verschiedenheiten. Zunächst, wie schon oben erwähnt, in der Zottenstellung und -Färbung, ferner in der Körperlänge, welche von 2—2½ cm schwankt. Auch die letztere Größe bleibt gegen die des von Collingwood abgebildeten Exemplares zurück, welches eine Länge von 5,3 cm besitzt. Indessen wissen wir durch Lang (p. 542), dass die *Thysanozoen* ihre vollständige Geschlechtsreife bei den verschiedensten Größen erreichen und nach Erlangung dieser Reife nicht mehr zu wachsen scheinen. Ich habe bei *Th. auropunctatum* Individuen von der halben Größe des auf Taf. XXXV Fig. 1 abgebildeten vollkommen geschlechtsreif mit in den Hoden bereits ausgebildeten Spermatozoen und mit reifen Uteruseiern gesehen, und andere zweimal so große Exemplare vorgefunden, bei welchen sich erst die Anfänge dieser Reife abspielten.

Die Abweichungen zwischen meiner Abbildung und der von Collingwood erklären sich leicht aus dem Umstande, dass erstere vom konservirten Thiere, letztere aber nach dem Leben angefertigt ist, dass also eine Abschwächung der Farbenintensität durch das lange Verweilen in Alkohol stattgehabt hatte, welche meine Abbildung wesentlich heller erscheinen lässt als die Collingwood's. Überdies darf auch die Skizzenhaftigkeit der sämmtlichen Abbildungen des genannten Autors für die Differenzen zum Theil verantwortlich gemacht werden. Ein anderer Punkt, der etwa gegen eine Identificirung meiner Exemplare mit der Collingwood'schen Species ins Feld geführt werden könnte, ist die Behauptung des Letzteren, dass bei seinem *Th. allmani* zwei Paar von Tentakeln vorhanden seien, zwei größere »hasenohrähnliche« und zwei kleinere weiße davor. Allein auch hier drängt sich die Vermuthung auf, als hätte man es bloß mit einem Irrthum von Collingwood zu thun. Solch geartete doppelte Tentakel finden sich meines Wissens bei keinem anderen *Thysanozoon*, überhaupt bei keinem anderen *Pseudoceriden*. Es scheint Collingwood die oft wulstig hervortretenden Faltenenden an der Basis der Tentakel, die fast immer eine helle, weißliche Färbung zeigt, für kleine unter den großen liegende Tentakelchen gehalten zu haben.

Alles zusammen genommen glaube ich berechtigt zu sein, die von der Borneoküste stammende Species Collingwood's mit der von Sarasin in Trincomali gesammelten Form zu identificiren.

Thysanozoon semperi nov. spec.
(Taf. XXXV, Fig. 6, Taf. XXXVI, Fig. 5.)

SEMPER beobachtete während seines Aufenthaltes auf den Philippinen ein *Thysanozoon*, über welches er nachstehende, von einer Bleistiftskizze der wesentlichsten Organisationsverhältnisse (Gastrovascular- und Geschlechtsapparat) begleitete Notiz verfasst hat. Dieser war nebstbei noch ein von der Hand seiner Gattin stammendes, prachtvoll ausgeführtes Habitusbild des betreffenden Thieres beigelegt, welches hier auf Taf. XXXV, Fig. 6 reproducirt ist. Indem ich noch auf die in Taf. XXXVI, Fig. 5 genau wiedergegebene anatomische Skizze verweise, lasse ich SEMPER's Notiz dem Wortlaute nach folgen:

»Die erste Species, die nicht glatt ist; auf der Oberfläche eine Menge sehr dicht stehender, weißer, gelber oder brauner kurzer Papillen. Zahlreiche Augenflecke in einem runden Haufen. Zwei Tentakel. Einfacher Penis, zwei Samenleiter, kleine Prostata. Der (♀?) Geschlechtstheil, wie gewöhnlich; hier waren die Eileiter ziemlich deutlich, da stets angefüllt mit Eiern; es scheinen jederseits drei Eileiter in die Scheide zu münden, die ohne weitere Anhangsdrüsen ein einfacher Sack zu sein scheint. Der Penis ist klein und einfach, die Prostata ebenfalls klein. — Drei Samenleiter, die sich stark verästeln. Magen ein ziemlich weiter, langer Sack, der über die Geschlechtstheile weg nach vorn geht; Leberkanäle ein weitmaschiges Netz bildend. Mund hinter der Mitte.«

Es liegt kein konservirtes Exemplar vor. Die anatomische Skizze SEMPER's entbehrt jeglicher Bezeichnung der einzelnen anatomischen Theile mit Buchstaben, es sind nur die Hauptstämme der Uteruskanäle als »Eileiter«, die großen Samenkanäle als »Samenleiter« bezeichnet.

Da diese Aufzeichnungen im Vereine mit dem Habitusbilde vollständig genügen, um dieses *Thysanozoon* als neue Art aufzufassen, so würde die nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen von der Organisation der *Thysanozoen* modificirte Speciesbeschreibung folgendermaßen lauten: In der Voraussetzung, dass die Abbildung SEMPER's das Thier in Naturgröße darstellt, beträgt dessen Länge ca. 23 mm, dessen Breite ca. 14 mm. Die Oberseite zeigt keinen Rückenwulst im eigentlichen Sinne des Wortes, wohl aber scheint die Körperhöhe längs der medianen Rückenlinie am höchsten zu sein, gegen den Rand hin aber allmählich niedriger zu werden. Die Grundfarbe des Rückens ist ein mattes Braun, welches gegen den ziemlich breiten, lichtvioletten und, wie es den Anschein hat, gestrichelten Randsaum hin dunkler wird. Die Zottenbekleidung besteht aus zahlreichen dicht gestellten, kurzen

Papillen von weißer, gelber und brauner Farbe, welche über die Rückenfläche des Thieres gleichmäßig vertheilt sind. Bloß der Randsaum ist zottenfrei. Die Tentakel haben dieselbe Färbung, wie die Rückenseite und auch der violette Randsaum scheint sich auf sie fortzusetzen. Die Gehirnhofaugen hat SEMPER gesehen, während er von den sonstigen Augen nichts anzugeben weiß. Auch von der Färbung und dem Aussehen der Bauchseite theilt er uns nichts mit. Was die innere Organisation anbelangt, so erkennt man in der SEMPER'schen Skizze leicht den großen, kragenförmigen Pharynx (*ph*), den gestreckten Hauptdarm (*hd*), dessen Darmäste (»Leberkanäle« nach SEMPER) ein weitmaschiges Netz bilden. Der Penis (♂) ist einfach und klein, die Samenblase (»Prostata« nach SEMPER) ebenfalls klein. Man sieht ferner jederseits drei große Samenkanäle (»Samenleiter« nach SEMPER) (*gsc*), die sich stark verästeln, mittels eines gemeinschaftlichen Vas deferens in die Samenblase einmünden. Die weibliche Genitalöffnung (♀) soll jeglicher »Anhangsdrüsen« (Schalendrüsen?) entbehren. In den Eiergang münden jederseits drei Hauptstämme der Uteruskanäle (*u*) (»Eileiter« nach SEMPER), die prall mit Eiern angefüllt waren. Der Saugnapf (*sn*) (»Mund« nach SEMPER) scheint hinter der Mitte des Körpers zu liegen[1].

Thysanozoon boehmigi nov. spec.

(Taf. XXXV, Fig. 7, Taf. XXXVI, Fig. 8 u. 9.)

Als Grundlage meiner Beschreibung dienen zwei bei Amboina unter Korallenblöcken von BROCK gesammelte Thiere (zoologische Sammlung in Göttingen), über welche derselbe bemerkt:

»Selten, ähnelt Nr. 11 (unser *Th. distinctum* nov. spec.), aber größer. Rückenpapillen braun mit schwarzer Spitze, Basen durch ein fein mennigrothes Netzwerk mit einander verbunden, das in Alkohol verschwindet.«

[1] SEMPER nennt den Hauptdarm »Magen« und giebt an, er sei »ein weiter, langer Sack, der über die Geschlechtstheile weg nach vorn geht«. Unmittelbar darauf sagt er: »Mund hinter der Mitte«. Wollte man nun annehmen, dass SEMPER unter »Mund« den Pharynx verstanden hat, so müsste die Lage dieses »Mundes«, gemäß der obigen Angabe, eine Verschiebung des gesammten Gastrovascular- und Geschlechtsapparates in die hintere Körperhälfte des Thieres bedingen, was in der Familie der Pseudoceriden als einziger Fall dastehen würde. Es müsste dann auch der Pharynx unverhältnismäßig klein werden, und die Körperlänge des Thieres könnte nicht weniger als zweimal so groß sein als die Länge der Fig. 5 beträgt. Nun liegt aber, und auch die Skizze SEMPER's macht dies sehr wahrscheinlich, die Vermuthung nahe, dass er den Hauptdarm + Pharynx als »Magen« angesehen und den Saugnapf, den er in seine Abbildung zwar eingezeichnet, aber als solchen nicht erwähnt hatte, für den »Mund« angesprochen hat.

Die Länge der zwei Spiritusexemplare beträgt 15—20 mm, ihre Breite 10—13 mm. Der Körper ist, wie Fig. 7, die nach einem dieser konservirten Exemplare angefertigt wurde, zeigt, wenig gestreckt; an der Randpartie und in den Seitenfeldern ziemlich dünn und hier desshalb durchscheinend, im Mittelfelde jedoch, dadurch, dass die Rückenfläche längs der Medianlinie aufgewulstet ist, opak und doppelt so dick, wie in den Seitenfeldern.

Die Grundfärbung der Spiritusexemplare ist auf der Ober- und Unterseite gelblich grau. Auf ersterer wird sie gegen den Rand hin etwas dunkler. Eben so ist der Rückenwulst dunkelgraugelb gefärbt. Bei durchfallendem Lichte kann man in den Seitenfeldern das Netz der Darmäste deutlich durchschimmern sehen, doch nicht stets an allen Stellen. So war z. B. die eine Hälfte des von mir untersuchten Exemplares fast opak, während die andere, aber auch nur in ihrem distalen Theile, die verzweigten Darmäste recht wohl erkennen ließ (Taf. XXXV, Fig. 7). Das zweite vorhandene Exemplar war wieder viel durchsichtiger und zeigte im ganzen Bereiche der Seitenfelder und des Randes die Darmverzweigungen sehr deutlich. Es scheinen diese Verschiedenheiten in der Pelluciditat von der Art der Einwirkung der Konservirungsflüssigkeit, die eine in den einzelnen Körperpartien verschieden starke Kontraktion der Muskulatur veranlasst, herzurühren.

Diese Darmverzweigungen nun sind im Leben mennigroth gefärbt und bilden das von Brock beobachtete Netz, welches die Basen der Zotten unter einander verbindet.

Die Zottenbekleidung besteht aus länglich zugespitzten Rückenpapillen, die eine braune Grundfarbe mit schwarzer Spitze zeigen. Sie sind auf der Rückenfläche ziemlich gleichmäßig, aber nicht dicht vertheilt, indem sich zwischen je zwei Zotten etwa ein doppelt so großer Zwischenraum, als die Breite einer derselben beträgt, vorfindet. Die Größe der Zotten bleibt bei ein und demselben Individuum keine konstante, da unter der freilich bei Weitem überwiegenden Anzahl von großen, besonders gegen den Körperrand hin auch kleinere und ganz winzige Papillen vorkommen.

Die Tentakel (Fig. 9) haben eine länglich gestreckte Form, sind an der Basis und in der Mitte braun, an der Spitze aber gelblich gefärbt.

Die Vertheilung der Augen auf den Tentakeln bietet keine nennenswerthe Verschiedenheit von dem bei anderen Thysanozoen gewöhnlichen Verhalten. Ich habe bei dem von mir untersuchten Exemplare besonders die Falten der Tentakel mit zerstreuten Einzelaugen besetzt gesehen (Fig. 9). Die Gehirnhofaugengruppe und die ventralen Augenhaufen stehen an ihren gewöhnlichen Plätzen.

Was nun die Anatomie anbelangt, so zeigt Fig. 8, Taf. XXXVI das, was ich von derselben sehen konnte:

Den Pharynx (*ph*), welcher genau im ersten Drittel der Körperlänge steht, hinter diesem, ihm knapp anliegend, die einfache männliche Geschlechtsöffnung (♂), welche sich als eine kleine, von einem schwach erhobenen Walle umgebene Öffnung der Ventralseite darstellt. Auf die männliche folgt die weibliche Geschlechtsöffnung (♀), die durch die sie umgebenden sehr zahlreichen Schalendrüsen leicht in die Augen fällt. In dieselbe scheinen jederseits drei Hauptstämme der Uteruskanäle (*u*) einzumünden; ob mittels eines gemeinsamen Endganges oder nicht, konnte ich, ohne die Schnittmethode anzuwenden, nicht erkennen. Die Uteruskanäle waren bei beiden Spiritusexemplaren mit Eiern gefüllt und ragten desshalb über die Oberfläche der Bauchseite etwas empor. In ungefähr demselben Abstande, wie die männliche Geschlechtsöffnung von der weiblichen, befindet sich hinter der letzteren der Saugnapf (*sn*). — Alle diese Körperöffnungen und -Anhänge liegen bei beiden Spiritusexemplaren in der vorderen Hälfte des Körpers.

Der Hauptdarm ist gerade, gestreckt und reicht fast bis zum distalen Ende des Thieres. Er entsendet rechts und links zahlreiche Darmäste, die sich verästelnd und unter einander anastomosirend das mennigrothe Netzwerk, welches das Thier im Leben ziert, bilden.

Thysanozoon obscurum nov. spec.

(Taf. XXXV, Fig. 9, Taf. XXXVII, Fig. 4 u. 5.)

Von dieser neuen Form sammelte Brock ein Exemplar an der Küste von Amboina am 2. August 1885[1]. Da er weder eine Skizze noch sonstige Notizen demselben beigegeben hatte, bin ich bemüßigt, die Abbildung (Taf. XXXV, Fig. 9) und die Beschreibung nach dem vorhandenen Alkoholexemplare durchzuführen. Die Länge des langelliptischen, ziemlich konsistenten Thieres beträgt 3, dessen Breite $1\frac{1}{2}$ cm. Die Dicke ist an den verschiedenen Körperstellen eine ungleichmäßige. Am Körperrande und in den Seitenfeldern, wo der Körper entsprechend durchscheinend ist, dürfte sie ungefähr $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ mm betragen, im Mittelfelde jedoch, da der Rücken hier einen starken Längswulst aufweist, steigt sie bis 2 mm. Die Grundfarbe der Oberseite ist ein hellbräunliches Grau, welches gegen den Körperrand hin und im Mittelfelde einen bedeutend dunkleren, fast schwarzen Ton annimmt. An einigen Stellen, besonders am Vorderrande hinter den Tentakeln und in der ganzen Hinterhälfte gewinnt diese Grundfärbung durch ein netz-

[1] Dasselbe ist Eigenthum der zoolog. Sammlung in Göttingen.

förmiges System von dunkleren Linien und Fleckchen ein marmorirtes Aussehen. Die Zottenbekleidung besteht aus wenig zahlreichen, länglich konischen, schwarzen und an der Basis etwas eingeschnürten Zotten. Diese erreichen im Mittelfelde, wo sie dicht neben einander, und in den Seitenfeldern, wo sie spärlich und unregelmäßig gestellt sind, ihre größte Länge und Stärke, werden jedoch gegen den Körperrand hin, wo sie wieder eine gedrängte Stellung einnehmen, immer kürzer, so dass unmittelbar neben dem Rande die kleinsten zu stehen kommen. Die Tentakel (Taf. XXXVII, Fig. 5) haben an ihrer Basis und Mitte eine schwarze, an der Spitze aber eine etwas hellere Farbe. Die Einzelaugen sind auf ihrer Oberfläche unregelmäßig vertheilt, die ventralen Augenhaufen (*vah*) und die ungetheilte (?) Gehirnhofaugengruppe (*gha*) jedoch wohl ausgebildet.

Die Ventralseite des Thieres hat eine graugelbliche Grundfärbung, welche gegen den Körperrand hin in einen schmalen dunkelgrauen Randsaum übergeht.

Von der inneren Anatomie konnte ich bei der nur oberflächlichen Untersuchung den großen, $^1/_3$ der Körperlänge einnehmenden Pharynx (Taf. XXXVII, Fig. 4 *ph*), ferner die dicht hinter ihm liegende männliche Geschlechtsöffnung (♂) mit den beiderseitigen Hauptstämmen der großen Samenkanäle (*gsc*), endlich die im Mittelpunkte der Bauchfläche gelegene weibliche Genitalöffnung (♀) mit den zahlreichen braungefärbten Schalendrüsen leicht erkennen. In den Eiergang münden beiderseits drei Hauptstämme der Uteruskanäle (*u*), die sich jedoch unmittelbar vor dem Eintritt in den ersteren in einen einzigen, äußerst kurzen Sammelkanal zu vereinigen scheinen. Der Uterus war prall mit bräunlich gefärbten Eiern angefüllt und wölbte in Folge dessen die Bauchfläche entsprechend hervor. Auch der Saugnapf (*sn*) und der Hauptdarm (*hd*) mit seinen Darmästen und -Verzweigungen (*da*) konnte leicht gesehen werden.

Thysanozoon brocchii Grube.

Wie auf p. 690 und 715—716 ausgeführt wird, ist *Thys. brocchii* mit Sicherheit bloß aus dem Mittelmeere und der Adria bekannt. Zu den bei Lang sowie Carus[1] angegebenen Fundorten sei aus Herrn Prof. v. Graff's Notizen noch mitgetheilt, dass derselbe diese Species auch bei Rovigno, Ragusa und Lesina gesammelt hat.

[1] J. V. Carus, Prodromus faunae mediterraneae. Pars I. Stuttgart 1884, p. 154.

Thysanozoon cruciatum Schmarda.

(= ? *Thysanozoon brocchii* Grube, var. *cruciata* Schmarda.)

(Taf. XXXVII, Fig. 10, 11, 12.)

Schmarda[1] beschreibt sein *Th. cruciatum* folgendermaßen: »Der Körper ist elliptisch. Der Rücken ist hellbraun mit einem Stiche ins Röthliche. Eine weiße Längsbinde und eine eben solche Querbinde kreuzen sich unter rechten Winkeln in der Mitte des Rückens. Mit Ausnahme dieses weißen Kreuzes ist der ganze Rücken mit kegelförmigen, dunkelbraunen Warzen bedeckt. Der Körperrand ist wellenförmig. Die Bauchseite ist ockergelb mit einem Stich ins Graue. Die Länge 24 mm, die Breite 17 mm. Die Augen der Tentakel stehen jederseits in zwei linienförmigen Gruppen, die Nackenaugen in zwei halbkreisförmigen. Die Mundöffnung steht vor dem Ende des ersten Drittels, die männliche Geschlechtsöffnung vor, die weibliche im Centrum des Körpers. Südsee, in Port Jackson, in Neu-Süd-Wales und im Hafen von Auckland in Neu-Seeland.« Dazu giebt er eine Abbildung der Dorsalseite des Thieres auf Taf. VI, Fig. 68.

Lang hat in seiner Monographie (p. 526 und 532) das australische *Th. cruciatum* Schmarda als höchst wahrscheinlich identisch mit *Th. brocchii* Gr. zu dieser letzteren Art gezogen und gründet diese Identificirung hauptsächlich auf die auch bei der europäischen Art sehr häufig vorkommende Zeichnung der sich auf der Rückenseite des Thieres kreuzenden weißen Längs- und Querbinde. Nun ist, wie ich schon oben mehrfach angeführt habe, eine Identificirung zweier Formen, die bloß auf äußerlichen, in mangelhaften Beschreibungen und in, wenn auch guten Abbildungen niedergelegten Merkmalen basirt, ohne anatomische Untersuchung und gewissenhafte Prüfung der Originalexemplare selbst ganz unthunlich und gehört das *Th. cruciatum* Schmarda aus diesem Grunde zu jenen Formen, die als fraglich aus dem Langschen Synonymenregister von *Th. brocchii* Gr. ausgeschieden werden mussten und einer späteren genauen Nachuntersuchung vorbehalten blieben. Diese Gelegenheit war mir nun, wenn auch nur in beschränktem Maße, geboten, da mir ein aus dem Museum Hamburg stammendes, von Grube bestimmtes Originalexemplar dieser Art vorlag, welches mit der Etiquette: »Mus. Hamburg (Godeffr. 3380) Südsee? *Th. cruciatum* Schmarda, Grube det.« versehen war. Die leider auch hier nur makroskopisch mögliche Untersuchung lieferte folgende Resultate:

Die Körperform des Spiritusexemplares ist eine eiförmige, die Konsistenz eine feste und ziemlich derbe. Die Länge des Thieres beträgt 4, die Breite $2^1/_2$ cm, die Dicke des Körpers überall ungefähr $1^1/_2$ mm.

[1] Neue wirbellose Thiere. I. Hälfte. Leipzig 1859. p. 30. Taf. VI, Fig. 68.

Die Grundfarbe des Rückens zeigt dasselbe helle Graubraun, das die konservirten Exemplare von *Th. brocchii* aufweisen. Die länglichen, durch das lange Liegen in Alkohol etwas geschrumpften Zotten haben eben dieselbe Färbung und sind in der von Schmarda geschilderten Weise angeordnet; sie lassen nämlich eine breite Längs- und eine eben solche Querbinde der Rückenoberfläche frei. Dieses zottenlose Kreuz ist auch an dem konservirten Exemplare durch seine hellere Farbe leicht erkenntlich.

Die Tentakel sind spitz und lang. Sie tragen an ihrer Oberfläche zahlreiche Einzelaugen in charakteristischer Vertheilung (siehe Taf. XXXVII, Fig. 11 u. 12). Die Gehirnhofaugengruppe (*gha*) und Ventralhaufen (*vah*) sind deutlich ausgebildet.

Die Ventralseite ist einförmig hell graugelb gefärbt.

Ich konnte mittels Lupenbetrachtung des aufgehellten und leicht gequetschten Thieres von der inneren Organisation Folgendes wahrnehmen: Den großen, im ersten Drittel der Körperlänge befindlichen, kragenförmigen Pharynx (Taf. XXXVII, Fig. 10 *ph*), die ihm knapp anliegenden, äußerst kleinen und schwer sichtbaren, doppelten männlichen Geschlechtsöffnungen (♂ ♂), sodann die etwas vor der Mitte des Thieres liegende, von zahlreichen braunen Schalendrüsen umgebene weibliche Geschlechtsöffnung (♀), endlich den Saugnapf (*sn*), der sich gerade im Mittelpunkte der Bauchseite befindet. Der Hauptdarm (*hd*) ist gerade und reicht fast bis ans hintere Körperende. Er entsendet zahlreiche Darmäste, die ein ziemlich enges Netzwerk bilden, jedoch, so weit meine Beobachtung reicht, keine Divertikel in die Zotten zu entsenden scheinen. Auch konnte ich in der hinteren Hälfte des Thieres eine ähnliche, weißlich durchschimmernde Spermaanhäufung finden, wie man sie auch bei *Th. brocchii* anzutreffen vermag. Vergleicht man nun diese Befunde mit der obigen Beschreibung von Schmarda, so wird man nur in Bezug auf die Anordnung und Lage der Genitalöffnungen und des Saugnapfes wesentlich Verschiedenes vorfinden. Und auch diese Differenzen lassen sich leicht erklären. Schmarda hat die, wie gesagt, sehr schwer auffindbaren männlichen Geschlechtsöffnungen übersehen und die wahre weibliche Genitalöffnung für die männliche gehalten. Eben so musste ihm dann der Saugnapf die weibliche Geschlechtsöffnung vorstellen. Soll man nun das *Th. cruciatum* Schmarda als eine Varietät des *Th. brocchii*, oder soll man es für eine eigene Art ansehen?

Die Beantwortung dieser Frage erheischt vorerst eine Besprechung der geographischen Vertheilung des *Th. brocchii* Gr. Lang hat in der geographischen Verbreitungstabelle der *Polycladen* (p. 623) das *Th.*

brocchii Gr. gewissermaßen als Kosmopoliten dargestellt und zwar auf Grund seiner Zusammenstellung ungenügend beschriebener exotischer und europäischer Arten mit der obengenannten europäischen Form. Diese Tabelle hat, wie LANG (p. 626) später selbst eingestehen muss, einen sehr relativen Werth; denn zu welch fehlerhaften thiergeographischen Folgerungen muss es führen, wenn bloß auf den Mangel einer ordentlichen Beschreibung und auf Wahrscheinlichkeiten hin Kosmopoliten begründet werden. Wir haben auch in der That keine überzeugenden Beweise, dass *Th. brocchii* Gr. in all' den Meeren, die in der obigen Verbreitungstabelle genannt sind, thatsächlich vorkommt. Die Bemerkung SCHMARDA's (l. c. p. 29), dass er *Th. diesingi* Grube an der Ostküste von Ceylon gefunden habe, muss sehr skeptisch aufgenommen werden, denn bei der damaligen ungenügenden Kenntnis der Organisation der *Polycladen*, die dem äußeren Habitus nach einander oft sehr ähnlich sind, in dem anatomischen Bau jedoch oft abweichende Verhältnisse aufweisen, kann die bloße Konstatirung des Vorkommens eines *Thysanozoon*, »welches sich von der von DELLA CHIAJE nnd GRUBE beobachteten Mittelmeerform in nichts Wesentlichem unterschied,« einen sicheren Beweis von der Identität der beiden Formen nicht abgeben. War doch zur Zeit, als SCHMARDA diese Zeilen schrieb, noch nicht einmal das »Wesentliche« der Gattung Thysanozoon bekannt.

Diese Unsicherheit unserer Kenntnisse über die geographische Verbreitung des *Th. brocchii* Gr. musste betont werden, da sie auch die Möglichkeit, die systematische Stellung des *Th. cruciatum* Schmarda jetzt schon feststellen zu können, wesentlich beeinflusst. Wie nämlich aus der obigen Beschreibung ersichtlich ist, sind die Unterschiede in dem Habitus und der Organisation von *Th. brocchii* Gr. und *Th. cruciatum* Schmarda sehr geringe, und man müsste, kämen beide Formen in annähernd gleichen Breiten vor, die SCHMARDA'sche jedenfalls als Varietät zu *Th. brocchii* stellen. Nachdem wir aber noch immer keine sicheren Beweise haben, dass die letztere bisher nur aus Europa bekannte Art auch die Meeresgebiete bewohnt, welche die australische mit der Mittelmeerfauna verbinden, so ist es gerathen, eine Zusammenziehung der beiden Formen nur bedingungsweise, — nämlich für den Fall der Konstatirung des Kosmopolitismus von *Th. brocchii* Gr., — vorzunehmen.

Thysanozoon discoideum Schmarda.

(Taf. XXXV, Fig. 8, Taf. XXXVI, Fig. 6 u. 7.)

Die vom Autor dieser Art gegebene Beschreibung[1] lautet folgendermaßen: »Der Körper ist fast kreisrund, der Rücken ist orangegelb bis

[1] SCHMARDA, l. c. p. 29. Taf. VI, Fig. 66.

blutroth. Die Papillen sind lang cylindrisch, schwarzbraun bis schwarz. Über dem Gehirnganglion befindet sich ein kleiner, runder, weißer Fleck, auf dem die Augen stehen. Die Bauchseite ist von einer etwas lichteren Farbe als der Rücken. Die Länge 15 mm, Breite 14 mm. Die Augen stehen in einer fast kreisrunden Gruppe, umgeben von einem ungefärbten Hofe. Die männliche Geschlechtsöffnung liegt im Mittelpunkte, die weibliche in der Mitte des letzten Drittels. Ich fand in den Papillen eine bedeutende Anzahl stäbchenförmiger gekrümmter Körper von $^1/_{30}$ mm Länge und $^1/_{180}$ mm Breite. Indischer Ocean bei Belligamme an der Südküste von Ceylon.«

Mir liegt ein am 29. Juni 1889 von Stuhlmann bei der Insel Baui (Deutsch-Ostafrika) gesammeltes Exemplar (Museum Hamburg, Stuhlmann 1143) nebst einer von diesem Sammler nach dem lebenden Thiere angefertigten Farbenskizze vor, welche es mir nicht zweifelhaft erscheinen lässt, dass ich die Schmarda'sche Art vor mir habe. An der Hand dieser Skizze und des Spiritusexemplars habe ich die auf Taf. XXXV, Fig. 8 reproducirte Abbildung angefertigt. Das Spiritusexemplar hat eine rundliche Form und in der Länge und Breite ungefähr dieselben Dimensionen, die Schmarda angiebt. Die Dicke des Thieres ist in Folge der unregelmäßigen Kontraktion keine gleichbleibende und schwankt zwischen $^1/_2$ bis 1 mm. Naturgemäß ist der Körper in der Medianlinie am dicksten, da hier einerseits die kompakteren Organe, wie Pharynx, Darm und Geschlechtsapparat liegen, andererseits die Rückenfläche einen medianen Längswulst aufweist.

Im konservirten Zustande ist das Thier undurchsichtig und ziemlich konsistent. Im Leben besitzt die Dorsalseite eine »licht gelbröthliche« Grundfarbe, wie sich Stuhlmann in seinen Notizen ausdrückt, welche sich aber in der Mittellinie zu einer dunkelrothbraunen Färbung vertieft, während das Spiritusexemplar am Rücken eine gelbliche Grundfarbe mit braunem Mittelstreifen zeigt. Die gesammte Oberfläche des Thieres ist mit im Leben länglichen fast cylindrischen braunpurpurnen Zotten gleichmäßig dicht besetzt. Im konservirten Zustande sind die Zotten eingeschrumpft und gleichen braunen Wärzchen. Sie sind in der Mittellinie des Thieres am größten und nehmen gegen den Rand hin allmählich an Größe ab, obwohl auch zwischen den ganz großen kleine vorkommen können.

Die Tentakel (Taf. XXXVI, Fig. 7) haben bei dem Spiritusexemplare eine rundliche Form und eben die dunkelbraune Farbe des Medianwulstes. An ihrer Oberfläche tragen sie, besonders gegen den Rand hin, einzelne nicht zahlreiche Augen. Wohl aber sind die ventralen Augenhaufen (*vah*) und die, wie mir schien, ungetheilte Gehirnhof-

augengruppe gut ausgebildet. Die Bauchfläche, die ich nur vom Spiritusexemplar beschreiben kann, hat dieselbe Färbung, wie die Rückenseite. Es war mir bei ihrer Betrachtung besonders eine mediane, wulstige, schneeweiße Auftreibung (Taf. XXXVI, Fig. 6 *hd*) auffallend, welche sich bei näherer Untersuchung durch den ein großes, gefressenes Spongienstück enthaltenden Hauptdarm veranlasst zeigte. Herr Prof. Dr. A. v. Heider hatte die Güte diese Spongienreste als von *Cydonium* sp.? (Fam. *Geodidae*) herrührend zu bestimmen.

Die innere Anatomie mittels Schnittmethode zu untersuchen blieb mir, da ich nur ein Exemplar zur Verfügung hatte, versagt. Bei der Lupenbetrachtung des aufgehellten und leicht gequetschten Thieres konnte ich den Pharynx (*ph*), der vor der Grenze des ersten und zweiten Viertels der Körperlänge liegt, die knapp an ihn anschließenden zwei männlichen Geschlechtsöffnungen (♂♂), aus welchen die zwei Penes halb hervorgestreckt waren, sodann die unmittelbar hinter diesen liegende weibliche Geschlechtsöffnung (♀), endlich den in der Mitte der Bauchfläche gelegenen Saugnapf (*sn*), den Hauptdarm (*hd*) und das reich verzweigte Netz der Darmäste leicht erkennen.

Der Widerspruch, welcher zwischen der Schmarda'schen Beschreibung der gegenseitigen Lage der Geschlechtsöffnungen und den diesbezüglichen von mir angeführten Befunden liegt, ist dadurch zu erklären, dass der erstgenannte Autor den Saugnapf für die weibliche, die wahre weibliche für die männliche Geschlechtsöffnung gehalten und die wirklichen, doppelten männlichen Genitalöffnungen ob ihrer Unscheinbarkeit übersehen hatte.

Die »stäbchenförmigen gekrümmten Körper von $^1/_{30}$ mm Länge und $^1/_{180}$ mm Breite«, die Schmarda bei seinem Exemplare bemerkt und auf p. 29 abgebildet hat, erwiesen sich bei dem Stuhlmann'schen als die gewöhnlichen Rhabditen, die allerdings in den Zotten in auffällig großer Zahl vorhanden waren. Eine genaue Messung derselben ergab hier jedoch eine um die Hälfte geringere Größe, nämlich $^1/_{60}$ mm Länge und $^1/_{380}$ mm Breite.

Thysanozoon minutum nov. spec.

(Taf. XXXV, Fig. 5, Taf. XXXVI, Fig. 10 u. 11.)

Die Grundlage zu der folgenden Beschreibung bildet ein von Brock am 18. April 1885 bei Batavia (Noordwachter-Eiland) gesammeltes *Thysanozoon*[1], welches sich schon durch seine Kleinheit und seine Färbung von den übrigen *Thysanozoen* auffällig unterscheidet. Diesem

[1] Eigenthum der zoolog. Sammlung in Göttingen.

Exemplare liegt auch eine von obigem Forscher angefertigte Skizze nach dem Leben bei, welche ich bei dem auf Taf. XXXV, Fig. 5 reproducirten Habitusbilde benutzt habe.

Die Länge des rundlichen und blattartig dünnen Spiritusexemplares beträgt $^1/_2$ cm, die Breite $^1/_4$ cm. Die Konsistenz desselben ist auch im Alkohol sehr zart, die Pellucidität eine sehr große. Seine Färbung ist an der Ober- und Unterseite einfärbig gelbgrau, während das lebende Thier eine mehr gestreckte Form und der Brock'schen Abbildung gemäß, zwar ebenfalls eine helle gelblich graue Grundfarbe besitzt, gegen welche ein dorsaler, median gelegener breit karmoisinrother Längsstreif jedoch vortheilhaft absticht, in dessen Bereich der Körper auch leicht aufgewulstet zu sein scheint. Der gesammte Körperrand ist auf der Oberseite weißlich, welche Färbung sich auch auf die Tentakel erstreckt. Das Zottenkleid ist bei dem Alkoholexemplare kaum sichtbar, da die Papillen ganz eingezogen sind und in der Farbe mit der Gesammtfärbung des Thieres übereinstimmen. Im Leben haben jedoch die wenig zahlreichen (etwa 50), kurzen, konischen und an der Basis verhältnismäßig breiten Zotten eine sehr auffallende Farbe. Ihre Basis ist hell gelbbraun, ihre Spitze aber feuriger, röthlich braungelb gefärbt. Sie erheben sich aus runden, hellen Fleckchen der Dorsalseite.

Die Tentakel der Alkoholexemplare (Taf. XXXVI, Fig. 10) sind rundlich und tragen an ihrem äußeren Faltenrande eine geringe Anzahl von Einzelaugen. Groß sind jedoch die ventralen Augenhaufen (*vah*), die Gehirnhofaugengruppe (*gha*) ist anscheinend ungetheilt.

Die Anatomie dieser Art (Taf. XXXVI, Fig. 11) bietet wenig von den bei den anderen mit doppelter männlicher Geschlechtsöffnung versehenen *Thysanozoen* vorkommenden Verhältnissen Abweichendes. Der Pharynx (*ph*) ist klein; hinter ihm folgen die verhältnismäßig großen männlichen Geschlechtsöffnungen, dann die etwas vor der Längsmitte des Thieres stehende weibliche Genitalöffnung (♀), die mit zahlreichen, braun gefärbten Schalendrüsen versehen ist, endlich der ein wenig hinter der Mitte befindliche große Saugnapf (*sn*). Ferner konnte ich ein Paar großer Samenkanäle (*gsc*), die nach hinten umzubiegen schienen, den gestreckten Hauptdarm mit dem Netzwerk seiner Darmäste, endlich die Region der Hodenbläschen (*rh*) deutlich erkennen.

Thysanozoon langi nov. spec.

(Taf. XXXV, Fig. 10, Taf. XXXVII, Fig. 6 u. 7.)

Brock sammelte in verwitterten Korallenblöcken an der Küste von Amboina ein leider defektes *Thysanozoon*[1], das sich bei der Unter-

[1] Eigenthum der zoolog. Sammlung in Göttingen.

suchung als eine neue Species erwies, dessen Aussehen im lebenden Zustande von ihm in folgender Weise geschildert wird: »Grundfarbe schmutzig hell violett. Rückenpapillen durch feines, dunkles violettes Netzwerk mit einander verbunden.« Ich habe nach dem Spiritusexemplare und an der Hand dieser Farbenschilderung eine genaue Abbildung des sechsmal vergrößerten Thieres in den natürlichen Farben zu geben versucht, welche auf Taf. XXXV, Fig. 10 reproducirt ist.

Beschreibung des Spiritusexemplares: Dessen Länge beträgt 1 cm, dessen Breite $^3/_4$ cm. Der ziemlich gedrungene, fast cirkuläre Körper ist am Rande und in den Seitenfeldern blattartig dünn und durchsichtig, so dass man mit freiem Auge das Netz der Darmverzweigungen erkennen kann und in der Mittellinie des Rückens der Länge nach stark aufgewulstet, doch reicht dieser Wulst nur von der Gehirnhofaugengruppe bis zum letzten Viertel der Länge des Thieres. Die Grundfarbe der Rücken- und Bauchseite ist eine schwer zu definirende. Am besten kann man sie durch den Ausdruck »durchscheinend hell fleischfarbig« bezeichnen. Der Rückenwulst hat eine purpurbraune Färbung, eben so die wenig zahlreichen (circa 50 auf jeder Seite des Thieres), kurzen, warzenförmigen Zotten. Letztere sind auf der Oberfläche des Körpers, mit Ausnahme des Rückenwulstes, der zottenlos ist, ziemlich gleichmäßig vertheilt. An den beiden Seiten des Rückenwulstes stehen die größten, gegen den Körperrand hin die kleineren Zotten. Die Tentakel (Taf. XXXVII, Fig. 7) haben eine rundliche Form. Sie tragen nur wenige (circa 20—30) Einzelaugen, die besonders nahe dem Rande der Umschlagsfalten stehen. Die, wie mir schien, ungetheilte, von einem ungefärbten Hofe umgebene Gehirnhofaugengruppe (*gha*) und eben so die ventralen Augenhaufen (*vah*) sind wohl ausgebildet.

Zum Glück fehlte bei dem einzig vorhandenen Exemplare nur das letzte Drittel der rechten Körperseite, so dass die Verhältnisse der Geschlechtsorgane und des Gastrovasculararapparates noch sehr gut zu beobachten waren. Ich konnte daher, da ich mich auch hier nur auf eine oberflächliche Untersuchung beschränken musste, mittels Lupenbetrachtung des aufgehellten und gequetschten Thieres (Taf. XXXVII, Fig. 6) den Pharynx (*ph*), die knapp ihm anliegenden großen männlichen Geschlechtsöffnungen (♂ ♂), dann die im Mittelpunkte der Bauchfläche gelegene weibliche Genitalöffnung (♀), welche von zahlreichen braunen Schalendrüsen umstellt wird, endlich den großen Saugnapf (*sn*) erkennen. Auch vermochte ich Theile der großen Samenkanäle (*gsc*) und der mit Eiern angefüllten Uteruskanäle (*u*), von denen jederseits drei

Hauptstämme in den Eiergang zu münden scheinen, zu sehen. Der Hauptdarm reicht fast bis ans hintere Körperende und entsendet zahlreiche Darmäste, die sich netzförmig verzweigen und im Leben das dunkelviolette Netzwerk bilden, das BROCK beobachtet hatte.

Thysanozoon distinctum nov. spec.

(Taf. XXXV, Fig. 11, Taf. XXXVII, Fig. 1, 2 u. 3.)

BROCK sammelte bei Batavia (Edam und Noordwachter-Eiland) unter verwitterten Korallenblöcken drei Exemplare einer neuen *Thysanozoon*-Species[1], welche mit dem auf Taf. XXXV, Fig. 11 reproducirten, nach den BROCK'schen Farbenskizzen von mir angefertigten Habitusbilde die Grundlage der folgenden Beschreibung bilden. Die Körperform dieser Art ist im Leben schlank, ihre Konsistenz als zart zu bezeichnen. Die Länge des kriechenden Thieres beträgt ungefähr 25 mm, die Breite 11 mm. Am Rande und in den Seitenfeldern ist der Körper dünn ($^1/_2$ mm) und durchscheinend, im Mittelfelde jedoch in Folge des stark erhobenen dorsalen Längswulstes ca. $1^1/_2$ mm dick. Im Leben bildet ein lichtes Gelb die Grundfarbe der Oberseite, welches gegen den Körperrand von einem nach innen verschwommenen goldgelben Randsaum begrenzt wird. Am Rücken befindet sich ein durch die ganze Länge des Thieres gehender, weißlich gefärbter Medianwulst. Die Zotten sind ziemlich klein und haben eine längliche Form. Man kann solche von schwärzlicher und solche von weißer Farbe erkennen. Erstere bilden die überwiegende Mehrheit und sind in der Weise angeordnet, dass sie beiderseits längs des zottenlosen Rückenwulstes am dichtesten, gegen den Rand hin aber immer schütterer stehen, auf dem gelben Randsaum aber gar nicht mehr vorhanden sind. Die etwas größeren weißen Zotten haben eine konische Form und sind auf der Oberfläche des Rückens, — jedoch ebenfalls innerhalb des Randsaumes ziemlich gleichmäßig aber nur in geringer Zahl —, etwa 20—30 vertheilt. Die Tentakel sind lang und vorgestreckt mit schwärzlicher Basis und gelber Spitze. Die Bauchseite ist grau gefärbt und zeigt ebenfalls den gelben Randsaum sowie den weißlichen Mittelstreifen.

Im Gegensatze zu dem schlanken Aussehen des lebenden Thieres besitzen die Spiritusexemplare eine mehr rundliche Form, die auf Kontraktionen zurückzuführen ist. Sie erreichen im konservirten Zustande eine Länge von $1^3/_4$ und eine Breite von $1—1^1/_4$ cm. Ihre Dicke ist keine gleichmäßige, da der Körper an vielen Stellen auch verschiedene Kontraktionszustände aufweist. Im Allgemeinen sind aber auch hier die Thiere in der Gegend des Rückenwulstes am dicksten

[1] Eigenthum der zoolog. Sammlung in Göttingen.

(1—1 $1/2$ mm), in der Gegend des Randes und in den Seitenfeldern aber bedeutend ($1/2$ mm) dünner. Die hellen Farben des lebenden Thieres sind in Folge des langen Liegens in Alkohol verblichen und haben einer schmutzig braungrauen Allgemeinfärbung Platz gemacht.

Die Zotten sind etwas geschrumpft und kleiner geworden, und diejenigen von ihnen, die im Leben schwarz gewesen, zeigen so wie die Tentakel eine braunschwarze Farbe, während die früher weißen Zotten so wie die gesammte Oberseite gefärbt erscheinen.

Die Tentakel (Taf. XXXVII, Fig. 3) sind mit Einzelaugen ziemlich unregelmäßig besetzt, wohl ausgebildet sind jedoch die anscheinend ungetheilte Gehirnhofaugengruppe (*gha*) und die ventralen Augenhaufen (*vah*).

Was die innere Organisation anbelangt, so habe ich außer dem interessanten Bau der »Uterusdrüse«, welcher schon oben p. 692 behandelt wurde, nichts von den bei *Th. brocchii* herrschenden Verhältnissen wesentlich Verschiedenes vorgefunden. Der Pharynx (Taf. XXXVII, Fig. 2 *ph*) ist groß, fast $1/4$ der Körperlänge erreichend. Die weibliche Geschlechtsöffnung (♀) liegt im Centrum der Bauchfläche, vor ihr und knapp hinter dem Pharynx die doppelten männlichen. Der Saugnapf ist klein und fast gestielt; er liegt an der Grenze des dritten und letzten Viertels der Körperlänge. Der Uterus tritt jederseits in drei mit Eiern prall gefüllten Hauptstämmen des Uteruskanalsystems an die weibliche Geschlechtsöffnung heran. Der Hauptdarm erreicht fast das hintere Körperende und entsendet zahlreiche Darmäste, die sich netzförmig verästeln, jedoch in die Zotten keine Divertikel entsenden.

Geographische Verbreitungstabelle des Genus Thysanozoon.

Species	Atlantischer Ocean		Mittelmeer			Indischer Ocean					Indomalayische Meere				Banda-See	Stiller Ocean				Süd-Polar-Meer
								Ceylon												
	Kap Florida	Nordsee (Küste von Skandinavien)	Adria	Jonisches Meer	Tyrrhenisches Meer	Ostafrika	Mauritius	Aripo (Westküste von C.)	Belligamme (Süd-küste von C.)	Trinkomali (Süd-küste von C.)	Singapore	Batavia (Edam, Noord-wachter-Eiland und Leuchtthurm)	Insel Labuan bei Borneo	Philippinen	Amboina	Sandwichs-Inseln (Bismarck-Archipel)	Australien (Port Jackson, Neu Süd-Wales)	Polynesien (Samoa-Inseln)	Neu Seeland (Hafen von Auckland)	Victoria Land (Lyall-Bay)
alderi Collingwood	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	*	—	*	—	—	—	—	—
allmani Collingwood	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
aucklandicum Cheeseman	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—
auropunctatum Kelaart-Collingwood	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—
australe Stimpson	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—
böhmigi nov. spec.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—
brocchii Grube	—	—	*	*	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
cruciatum Schmarda	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	*?	*	—
diesingi Schmarda[1]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
discoideum Schmarda	—	—	—	—	—	*	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
distictum nov. spec.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—
huttoni Kirk	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*
langi nov. spec.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—
minutum nov. spec.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—
nigrum Girard	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
obscurum nov. spec.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—
ovale Schmarda	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
papillosum Sars-Jensen	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
semperi nov. spec.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—
tentaculatum Pease	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—
verrucosum Grube	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—
Thysanozoon spec. Moseley	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—
Thysanozoon spec.?[2]	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[1] s. p. 746. [2] s. p. 700.

Erklärung der Abbildungen.

Für alle Figuren gültige Bezeichnungen.

am, Antrum masculinum;
dä, Darmäste;
de, dorsales Körperepithel;
eil, Eileiter;
eile, Eileiterepithel;
ep, Epithel;
gha, Gehirnhofaugengruppe;
gmg, gemeinschaftlicher Einmündungsgang der Vasa deferentia in die Samenblase;
gsc, große Samenkanäle;
hd, Hauptdarm;
kd, Körnerdrüse;
meil, Eileitermuskulatur;
mvbg, Muskulatur des Verbindungsganges;
ov, Ovarium;
pe, Penis;
ph, Pharynx;
pss, Penisscheide;
rh, Region der Hodenbläschen;
sb, Samenblase;
sn, Saugnapf;
sp, Spermaanhäufung;
sph, Sphincter;
st, Stilett;
u, Uterus;
ud, Uterusdrüse;
udm, Uterusdrüsenmuskulatur;
ue, Uterusepithel;
vah, ventrale Augenhaufen;
vbg, Verbindungsgang;
vd, Vas deferens;
ve, ventrales Körperepithel;
z, Zotte;
♂, männliche Geschlechtsöffnung;
♀, weibliche Ceschlechtsöffnung.

Tafel XXXV.

Die rechts neben den einzelnen Figuren befindlichen Striche bezeichnen die Länge der betreffenden Alkoholexemplare. Sind keine Striche angegeben, so sind die Thiere in Lebensgröße dargestellt.

Sämmtliche Abbildungen, mit Ausnahme von Fig. 6, welche von der Hand der Frau ANNA SEMPER stammt, wurden von mir neu angefertigt, wobei ich bei Fig. 1, 2, 5, 8, 11 die von den Sammlern nach dem Leben gemalten Farbenskizzen benutzt habe.

Fig. 1. Dorsalansicht von *Th. auropunctatum* Kelaart-Collingwood.
Fig. 2. Ventralansicht von *Th. auropunctatum* Kelaart-Collingwood.
Fig. 3. Dorsalansicht von *Th. alderi* Collingwood.
Fig. 4. Ventralansicht von *Th. alderi* Collingwood.
Fig. 5. Dorsalansicht von *Th. minutum* nov. spec. 6fach vergrößert.
Fig. 6. Dorsalansicht von *Th. semperi* nov. spec.
Fig. 7. Dorsalansicht von *Th. böhmigi* nov. spec. 3fach vergrößert.
Fig. 8. Dorsalansicht von *Th. discoideum* Schmarda. 4fach vergrößert.
Fig. 9. Dorsalansicht von *Th. obscurum* nov. spec. 2fach vergrößert.
Fig. 10. Dorsalansicht von *Th. langi* nov. spec. 6fach vergrößert.
Fig. 11. Dorsalansicht von *Th. distinctum* nov. spec. 4fach vergrößert.
Fig. 12. Dorsalansicht von *Th. allmani* Collingwood. $1^1/_2$fach vergrößert.

Tafel XXXVI.

Fig. 1. Halbschematisches Konstruktionsbild des männlichen Kopulationsapparates von *Th. auropunctatum* Kelaart-Collingwood; von der Seite gesehen.

Fig. 2. Dasselbe von vorn gesehen.

Fig. 3. Tentakel von *Th. alderi* Collingwood. Umrisse von oben mit eingezeichneter Augenstellung.

Fig. 4. Dasselbe. Umrisse von unten.

Fig. 5. Übersichtsbild der Anatomie des ♂ und ♀ Geschlechtsapparates und des Gastrovaskularsystems von *Th. semperi* nov. spec. (stammt von der Hand SEMPER's).

Fig. 6. Übersichtsbild eines Theiles der Anatomie von *Th. discoideum* Schmarda (halbschematisch). *hd*, der durch das gefressene Spongienstück sackförmig hervorgetriebene Hauptdarm.

Fig. 7. Tentakel von *Th. discoideum* Schmarda. Umrisse von unten mit eingezeichneter Augenstellung.

Fig. 8. Übersichtsbild eines Theiles der Anatomie von *Th. böhmigi* nov. spec.

Fig. 9. Tentakel von *Th. böhmigi* nov. spec. von unten mit eingezeichneter Augenstellung.

Fig. 10. Tentakel von *Th. minutum* nov. spec. Umrisse von unten mit eingezeichneter Augenstellung.

Fig. 11. Übersichtsbild eines Theiles der Anatomie von *Th. minutum* nov. spec.

Tafel XXXVII.

Fig. 1. Theil eines Längsschnittes durch ein Seitenfeld von *Th. distinctum* nov. spec. zur Demonstration der »Uterusdrüse« (*ud*), ihrer Lage und Verbindung mit den Eileitern (*eil*) und Uteruskanälen (*u*). Halbschematisch, 100fach vergrößert.

Fig. 2. Übersichtsbild eines Theiles der Anatomie von *Th. distinctum* nov. spec.

Fig. 3. Tentakel von *Th. distinctum* nov. spec. Umrisse von unten und der Seite mit eingezeichneter Augenstellung.

Fig. 4. Übersichtsbild eines Theiles der Anatomie von *Th. obscurum* nov. spec.

Fig. 5. Tentakel von *Th. obscurum* nov. spec. Umrisse von unten mit eingezeichneter Augenstellung.

Fig. 6. Übersichtsbild eines Theiles der Anatomie von *Th. langi* nov. spec.

Fig. 7. Tentakel von *Th. langi* nov. spec. Umrisse von unten mit eingezeichneter Augenstellung.

Fig. 8. Übersichtsbild eines Theiles der Anatomie von *Th. allmani* Collingwood.

Fig. 9. Tentakel von *Th. allmani* Collingwood. Umrisse von unten mit eingezeichneter Augenstellung.

Fig. 10. Übersichtsbild eines Theiles der Anatomie von *Th. cruciatum* Schmarda.

Fig. 11. Tentakel von *Th. cruciatum* Schmarda von unten mit eingezeichneter Augenstellung.

Fig. 12. Dasselbe von oben.

Über Filaria loa Guyot im Auge des Menschen.

Von

Hubert Ludwig und **Theodor Saemisch** in Bonn.

Mit Tafel XXXVIII.

Am 14. August dieses Jahres wurde mir von meinem Herrn Kollegen Dr. SCHMITZ ein Insasse seiner Privatheilanstalt für Nervenkranke, der Afrikareisende, früher russischer Marine-Officier, Herr v. Sz.-R. zugeführt, an dessen bis dahin vollkommen gesundem linken Auge sich seit dem Tage vorher höchst eigenthümliche Veränderungen gezeigt hatten.

Ein sehr unangenehmes Gefühl von Druck und Schwere, über welches der Patient am 13. August zu klagen hatte, veranlasste Dr. SCHMITZ das Auge genauer zu untersuchen, wobei eine circumscripte lebhafte Injektion und leichte Infiltration der Conjunctiva bulbi in der Mitte des zwischen Musc. rect. exter. und rect. inf. gelegenen Abschnittes gefunden wurden.

Diese Veränderungen erhielten sich bis zum nächsten Morgen. Jetzt trat noch eine neue, eben so auffallende als eigenthümliche hinzu, die zunächst von dem Patienten selbst im Spiegel wahrgenommen und sehr bald auch von Dr. SCHMITZ konstatirt wurde.

Ihm hatte Ersterer die Mittheilung gemacht, dass er einen lebenden Wurm im Auge habe, und in der That sah Letzterer in dem oben erwähnten Abschnitt der Conjunctiva, die Grenzen derselben bisweilen überschreitend, einen sich unter der Membran sehr lebhaft bewegenden weißlichen Strang, der einem Stück Darmsaite glich.

Diese Wahrnehmung veranlasste den Kollegen Dr. SCHMITZ mir den Patienten sofort zuzuführen.

Ich war im höchsten Grade durch den Anblick überrascht, der sich mir bei der Untersuchung des Auges darbot. Unter dem tempo-

ralen Abschnitte der mäßig injicirten Conjunctiva bulbi sah ich ein wurmähnliches Gebilde von etwa 4—5 cm Länge, cylindrischer Form und einem Durchmesser von anscheinend 1 mm außerordentlich lebhafte Bewegungen ausführen, die vollständig den Charakter der Selbständigkeit hatten und durch einen leichten, mit den Lidern auf die Vorderfläche des Bulbus ausgeübten Druck nicht sistirt werden konnten. Diese Bewegungen waren auch unabhängig von der Bewegung des Bulbus. Bald näherte sich das schlangenartige Gebilde mehr dem Hornhautrande, bald mehr der äquatoriellen Zone, immer blieb es im subconjunctivalen Raume in seiner Vollständigkeit sichtbar, ohne auch nur für einen Augenblick regungslos zu werden.

Das Ungewöhnliche der Erscheinung erschwerte ihre Deutung. Meine nächste Vermuthung, dass es sich vielleicht um Ektasien von Lymphgefäßen handle, konnte gegenüber der Selbständigkeit der Bewegungen und der glatten, nicht perlschnurartigen Form des Gebildes nicht aufrecht erhalten werden. Alles drängte zu der Annahme, dass es sich um ein lebendes Wesen handle, welches unter die Conjunctiva des Auges gelangt sei. So wurde denn auch sofort zu der Entfernung desselben geschritten.

Ich erhob zunächst in der unmittelbaren Nähe des mittleren Abschnittes des Gebildes die Conjunctiva in eine Falte, incidirte dieselbe, führte darauf ein kleines Schielhäkchen unter den Wurm und zog diesen sehr langsam und vorsichtig heraus.

In der That war es ein lebendes Wesen, denn es machte noch, auf dem Schielhäkchen hängend, sehr lebhafte schlangenartige Bewegungen. Dasselbe war zwar in seiner Vollständigkeit entfernt worden, doch erschien nunmehr das Entozoon, denn um ein solches musste es sich doch handeln, in so fern verändert, als es jetzt nicht mehr einen cylinderförmigen Strang darstellte, sondern an einer Stelle des mittleren Abschnittes einen weißen dünnen fadenförmigen Anhang zeigte, der eine Schlinge mit Ausläufern bildete. Diese Veränderung war während der Extraktion des Parasiten eingetreten, der sofort in eine Mischung von Alkohol und Wasser gelegt wurde. Auf das Auge wurde ein Druckverband applicirt, unter welchem die kleine Conjunctivalwunde innerhalb der nächsten Tage verheilte. Sehr bald verlor sich die letzte Spur der conjunctivalen Reizung.

Noch am Nachmittage desselben Tages eilte ich zu meinem verehrten Freunde Prof. Ludwig, der freudig überrascht, in dem ihm übergebenen Entozoon eine Filaria loa erkannte und sich gern zu einer genaueren Untersuchung derselben bereit erklärte. Ihm konnte ich auch vorläufig schon mittheilen, dass der bisherige Besitzer und Träger

des Parasiten vor einigen Jahren längere Zeit an der Westküste von Afrika zugebracht hatte.

Wie ich inzwischen durch meinen Collegen Dr. Schmitz in Erfahrung gebracht, hat Herr v. Sz.-R. zuerst im Jahre 1882 die Goldküste, Kamerun, Fernando Póo und Gabun besucht, ist auch in das Innere des Landes vorgedrungen und im September 1885 nach Europa zurückgekehrt. Eine zweite Reise nach West-Afrika machte er in den Jahren 1886 bis 1888, wobei er sich auf Fernando Póo eine Besitzung einrichtete. Die dritte Reise nach West-Afrika fiel in die Jahre 1888 bis 1891. Hierbei erforschte er besonders das Innere der Insel Fernando Póo. Endlich bereiste er in den Jahren 1892 bis 1893 Ägypten.

Der letzte Aufenthalt des Herrn v. Sz-R. an der Westküste von Afrika fällt somit in das Jahr 1891. (Th. Saemisch.)

Der mir von meinem verehrten Freunde und Kollegen übergebene Wurm war bereits von ihm in schwachem Alkohol abgetödtet und wurde dann von mir zunächst in 50- und weiter in 70procentigem Alkohol konservirt. Die Untersuchung konnte, da ich unmittelbar vor einer Reise stand, erst fünf Wochen später vorgenommen werden und ergab, so weit sie sich ohne eine völlige Zerstörung des Thieres bewerkstelligen ließ, das Folgende.

Der Erhaltungszustand war ein vorzüglicher und hätte über manche Einzelheiten, z. B. über den feineren Bau der Muskulatur, der Seitenfelder und des Darmes eingehendere Studien gestattet, wenn es bei der außerordentlichen Seltenheit des Falles nicht erwünscht erschienen wäre, das Exemplar zum Zwecke etwaiger späterer Vergleichungen möglichst zu schonen.

An vier Stellen hat das Exemplar (Fig. 1), wahrscheinlich durch zu starke Knickungen bei Gelegenheit der Extraktion, Risse seiner Körperwand erfahren, durch welche größere und kleinere Schlingen seiner Eingeweide frei zu Tage getreten sind.

Die Farbe des konservirten Thieres (Fig. 1) ist eine gleichmäßig bleiche, gelblichweiße. Die Körperwand ist zwar undurchsichtig, ließ aber doch bei Betrachtung unter der Lupe die Lage der Seitenlinien deutlich erkennen. Das ganze Thier hat eine Länge von 41 mm und eine Dicke von 0,5 mm[1]. Es gleicht in seinem Gesammtaussehen einem

[1] Die etwas größeren Maße, die mein Herr Kollege oben für das in situ beobachtete Thier angiebt, beruhen nicht auf genauer Messung und erklären sich wohl auch zum Theil durch den Umstand, dass das Thier durch eine gebogene und dadurch das Bild verzerrende Membran beobachtet wurde; zum anderen Theile wird aber auch die Konservirung in Alkohol und der Austritt von Eingeweideschlingen die Maße etwas verändert haben.

Stücke einer dünnen Violinsaite. Das Vorderende ist nur sehr wenig verjüngt und endigt glatt abgerundet; das Hinterende ist viel stärker verjüngt, stumpf zugespitzt und in der Medianebene leicht hakenförmig gebogen. Eine deutliche Querringelung ließ sich auf dem Vorderende nicht bemerken, wohl aber auf dem mittleren und hinteren Leibesabschnitte.

Für die weitere Untersuchung wurde sowohl das Vorderende als auch das Hinterende in einer Länge von je 3 mm abgetrennt und eben so wie abgetrennte Stücke der heraushängenden Eingeweideschlingen durch verdünntes Glycerin aufgehellt. Auch der Rumpf wurde schließlich in derselben Weise behandelt.

Eine Bewaffnung des genau terminal gelegenen Mundes ist nicht vorhanden. Weder in der Seitenansicht noch in der Vorderansicht des Mundendes ließ sich irgend etwas von Mund-Papillen wahrnehmen. Die winzige Mundöffnung führt in einen dickwandigen muskulösen Pharynx, dessen glattwandiges Lumen sehr eng ist. Kleine Stücke des Darmes waren an den drei hinteren Bruchstellen herausgetreten. Da dieselben mit hellen klumpigen Massen aufgenommener Nahrung erfüllt sind, so darf man daraus wohl schließen, dass der Darm unseres Thieres seine Funktion nicht eingestellt hatte, sondern noch in voller Thätigkeit war. An dem aufgehellten Rumpfe ließ sich der Darm neben den Genitalschläuchen durch die ganze Länge des Thieres bis in die Gegend des abgeschnittenen Hinterendes verfolgen. Indessen konnte ich die Afteröffnung nicht mit wünschenswerther Sicherheit auffinden. An einer etwa 2 mm vor der Hinterleibsspitze befindlichen Stelle machte es mir zwar den Eindruck als führe eine dort befindliche Eintiefung der Cuticula zu einer Afteröffnung. Indessen konnte diese Einsenkung auch durch einen künstlichen Druck (mit der Pincette oder Nadel des Operateurs) entstanden sein, so dass ich es doch nicht wage sie mit Bestimmtheit als Afteröffnung zu bezeichnen, um so weniger als ich mich nicht überzeugen konnte, dass der Darm genau an sie heranführt.

Die Cuticula überzieht den ganzen Körper als eine glashelle, verhältnismäßig dicke und sehr widerstandsfähige Lage. Auf dem Vorderstücke des Körpers maß ich ihre Dicke zu 0,018 mm; auf dem vordersten Ende, in der Umgebung des Mundes, verdünnt sie sich bis auf 0,007 mm. Auf dem mittleren Körperabschnitte behält sie ihre Dicke bei. Auf dem hinteren Körperabschnitte ist sie nur noch 0,014 mm dick und misst schließlich auf der äußersten Schwanzspitze wie am Munde nur noch 0,007 mm. Auf dem Vorderstücke des Körpers erscheint sie fast vollkommen glatt; wenigstens lässt sie hier nichts von den Querringelungen erkennen, die von der vordersten Bruchstelle an

nach hinten in unregelmäßigen Abständen von 0,08—0,1 mm auf einander folgen. Hinter der hintersten Bruchstelle folgen die Ringel dichter auf einander, in Abständen von 0,04—0,05 mm, fangen dann aber an zu verstreichen, so dass sie auf dem letzten Abschnitte des Thieres (Fig. 2) ganz fehlen. Außerdem trifft man aber auch auf Andeutungen einer ganz feinen, sehr dichten Längs- und Querstreifung der Cuticula; jene bemerkte ich auf dem Vorderende, diese auf dem Hinterende. Besonders bemerkenswerth sind zahlreiche wärzchenförmige Erhebungen der Cuticula, die nur auf den drei vordersten Millimetern des Thieres ganz zu fehlen scheinen. Schon auf dem vierten Millimeter treten sie vereinzelt auf und werden nach hinten, wo sie sich bis zur Schwanzspitze (Fig. 2) verfolgen lassen, immer häufiger. In ihrer Anordnung suchte ich vergeblich nach einer bestimmten Regelmäßigkeit. Die einzelnen Papillen, die ihrer Substanz nach einfache Verdickungen der glashellen Cuticula darstellen, haben eine glatte, halbkugelförmige Oberfläche, sind an ihrer Basis durchweg 0,014—0,018 mm breit und erreichen eine Höhe von 0,007 mm.

Um in den übrigen Bau der Körperwand wenigstens einen Einblick zu erhalten, trennte ich von dem abgelösten Vorderstücke das hintere Drittel, also den drittvordersten Millimeter des ganzen Thieres, ab. Der Länge nach gespalten, dann ausgebreitet und von der Innenfläche betrachtet, ließ dasselbe sofort erkennen, dass unser Wurm zu den Cölomyariern gehört. Das Präparat erinnert sehr an die Bilharz'sche Abbildung der Körperwand von Dracunculus medinensis, die Leuckart in seinem Parasitenwerke (II. Bd. 1876, p. 654) veröffentlicht hat; doch sind die Seitenfelder verhältnismäßig schmäler und die Muskelfelder entsprechend breiter. Die Kerne der Muskelzellen messen 0,014—0,018 mm und haben ein 0,0036 mm großes, stark glänzendes Kernkörperchen. Die Seitenfelder haben in dem vorliegenden vorderen Körperstücke eine Breite von 0,04—0,054 mm; in dem Hinterstücke des Körpers vergrößert sich ihre Breite bis auf 0,10 mm. In den Seitenfeldern liegen deutliche, 0,007—0,009 mm große und mit einem stark glänzenden kleinen Kernkörperchen ausgestattete Kerne.

Mit Ausnahme der schon erwähnten kleinen Darmstücke erwiesen sich die sämmtlichen heraushängenden Eingeweideschlingen als Theile des Geschlechtsapparates und ließen sehr bald erkennen, dass wir ein weibliches, lebendiggebärendes Thier vor uns haben. An der vordersten Bruchstelle sind drei lange Schlingen der Genitalschläuche hervorgetreten, von denen zwei sich zu einem gemeinschaftlichen, etwa 3 mm langen Stücke (Fig. 1*v*) vereinigen, welches, wie auch die mikroskopische Untersuchung bestätigte, die Vagina darstellt. Da ich

an keiner anderen Stelle eine äußere Geschlechtsöffnung antreffen konnte, so muss ich annehmen, dass die vordere Bruchstelle derselben entspricht. Demnach befindet sich die Geschlechtsöffnung unseres Wurmes an der Grenze des ersten und zweiten Körperviertels. Die Vagina gabelt sich, wie wir gesehen haben, in zwei lange Genitalröhren, die sich im Inneren des Körpers fast durch dessen ganze Länge verfolgen lassen. Nach vorn reichen sie bis auf eine Entfernung von nur 0,47 mm vom Munde; nach hinten reichen sie so weit, dass nur die beiden letzten Millimeter des Körpers davon frei bleiben. Denkt man sich ihre Windungen gestreckt, so erhält man für jede der beiden Röhren eine Länge von mindestens 10 cm; beide zusammen ergeben also einen Schlauch, der rund fünfmal so lang ist wie der Körper. Nach ihren blinden Enden hin nimmt die Dicke der Röhren ganz allmählich ab. In ihrem feineren Baue zeigt die Wand der Röhren überall dieselben beiden Hauptschichten, nämlich eine durchsichtige, bindegewebige Lage und nach innen davon eine epitheliale Zellenlage. In dem Theile der Genitalschläuche, in dem, wie wir gleich sehen werden, die Embryonen sich zu strecken beginnen, beträgt die Gesammtdicke der Wand 0,0095 mm; davon entfallen 0,0036 auf die bindegewebige und 0,0058 mm auf die zellige Lage. An anderen Stellen der Genitalröhren sah ich die innere Epithellage sehr viel dünner, dagegen die bindegewebige Lage bis 0,0047 mm dick. Am stärksten ist die ganze Wandung im untersten Abschnitte der beiden Röhren und in der Vagina, indem sie hier eine Dicke von 0,014 mm erreicht. Ferner bemerkt man an der Verbindungsstelle der beiden Genitalröhren mit der Vagina, dass an diesem Punkte keinerlei Änderung in der Struktur der Wandung stattfindet. Die innere Epithellage der Genitalröhren lässt an meinen Präparaten zwar keine Zellgrenzen, wohl aber deutliche Kerne erkennen, die von rundlicher Gestalt sind, einen Durchmesser von 0,0046 mm haben und ein scharf begrenztes Kernkörperchen einschließen. In der bindegewebigen Lage bemerkt man sehr feine, querlaufende Muskelfasern, die um so zahlreicher werden, je mehr man sich dem unteren Ende der Röhren nähert und schließlich ihre reichste Entwicklung in der Wand der Vagina erfahren. Endlich ist über den Bau der Genitalwandungen noch zu erwähnen, dass ich hier und da auch den Spuren eines äußeren peritonealen Epithelüberzuges begegnete.

Das Innere der beiden Genitalschläuche wie auch der Vagina ist überall vollgepfropft von Nachkommenschaft in allen Stadien ihrer Entwicklung, vom Eie bis zur fertigen Larve. In den oberen Enden der Genitalröhren, die hier wie sonst als Eierstöcke funktioniren, begegnet

man den sich entwickelnden und weiter abwärts den fertigen Eiern. In dem folgenden Abschnitte der Röhren, der sich eben nur durch seinen Inhalt als Uterus darstellt, liegen alle Stadien der Embryonalentwicklung und weiterhin, dicht zusammengedrängt, Unmengen von ausgeschlüpften Larven, die auch die ganze Vagina erfüllen. Wie bei anderen Nematoden scheinen die jungen Eizellen sich von einer Rhachis abzuschnüren. Durch gegenseitigen Druck erhalten die jungen Eier (Fig. 7) eine unregelmäßig polygonale Form. Haben sie sich aber schließlich von ihrer Bildungsstätte abgelöst, so nehmen sie eine abgerundet längliche Gestalt (Fig. 8) an, deren Länge 0,031 und deren Breite 0,012 mm beträgt. Ihr Kern lässt zwischen einer Menge kleiner dunkler Inhaltskörnchen ein stark glänzendes Kernkörperchen erkennen. Oberflächlich besitzen die Eier jetzt noch keine Spur einer Umhüllung, sondern sind vollkommen nackt. Auch während der ersten Furchungsstadien entbehren sie einer Membran. Erst während der späteren Furchungsstadien (Fig. 9) werden sie von einer dünnen, durchsichtigen Membran umhüllt, die mir desshalb die Bedeutung einer vom Embryo selbst gelieferten Embryonalhülle, nicht aber die einer eigentlichen Eischale zu haben scheint. Mit ihrer Hülle haben die Eier nunmehr durchschnittlich eine Länge von 0,045 und eine Breite von 0,024 mm. Die Hülle ist überall von gleicher Dicke, oberflächlich vollständig glatt und besitzt an den Polen keinerlei das Ausschlüpfen erleichternde Einrichtungen. Bezüglich der einzelnen Stadien der Embryonalentwicklung beschränke ich mich auf die drei beigegebenen Abbildungen (Fig. 9, 10, 11). Schließlich trifft man in der Eihülle die fertige Larve, die mehrfach hin und her geschlungen das ganze Innere ausfüllt (Fig. 12). Das Ausschlüpfen aus der Embryonalhülle wird dadurch eingeleitet, dass die Larve sich zu strecken beginnt (Fig. 13) und dadurch von innen her einen Druck auf die Hülle ausübt, die in Folge dessen sich zu einem langen, schmalen, ungemein dünnen Schlauche ausdehnt. Selbst wenn die Larven sich bereits vollständig gestreckt haben, bemerkt man noch eine Zeit lang auf ihrem Vorderende wie auf ihrem Hinterende einen dünnwandigen, ganz feinen, abstehenden Überzug, der den Körperenden wie eine zarte Kappe aufsitzt und den letzten Rest der früheren Embryonalhülle darstellt. Endlich geht auch er zu Grunde und die Larven liegen nunmehr ganz frei im unteren Theile der Uteri und in der Vagina. Die Larven (Fig. 3—6) haben eine Länge von 0,253—0,262 mm und eine Dicke von 0,00476—0,005 mm. Ihr Vorderende endigt wie bei dem alten Thiere einfach kurz abgerundet; das Hinterende dagegen zieht sich in einen dünnen, pfriemenförmigen, bald gerade gestreckten (Fig. 4, 6), bald

umgebogenen (Fig. 3, 5) Schwanz aus, der mit einer feinen, aber dennoch stumpfen Spitze endigt. Die zarte Cuticula, die den Körper oberflächlich begrenzt, ist durchaus glatt, ohne jede Spur von Quer- oder Längsstreifung. Das unregelmäßig körnig aussehende Innere des Larvenleibes lässt die Anlagen des Darmes und der Geschlechtsorgane mehr errathen als sicher erkennen; doch will ich bemerken, dass an den meisten Exemplaren an einer 0,08 mm hinter dem Vorderende gelegenen Stelle die Anlage der späteren Geschlechtsöffnung angedeutet war und dass ferner etwa 0,043 mm vor dem Hinterende sich die Anlage des Afters zu befinden schien.

So weit reichen meine unmittelbaren Beobachtungen und es erhebt sich nun die Frage, wo der soeben beschriebene Wurm systematisch hingehört? Dass er in die Gruppe der Filarien zu stellen ist, bedarf wohl keiner näheren Begründung. Eingehend aber muss dargelegt werden, ob er mit irgend einer der bisher im menschlichen Körper, insbesondere im Auge, gefundenen Filaria-Arten identisch ist und mit welcher? Der Einfachheit halber will ich dabei unter Filaria die Gattung im weiteren Sinne, also einschließlich der Gattung Dracunculus, verstehen. Aus dieser Gattung sind drei Arten bekannt, die als erwachsene[1] Thiere sicher oder wenigstens höchst wahrscheinlich im menschlichen Auge auftreten können, nämlich die Filaria inermis Grassi, die Filaria loa Guyot und die Filaria (Dracunculus) medinensis Velsch.

Was die erstgenannte F. inermis anbetrifft, so ist dieselbe in zwei Fällen (beide in Italien) mit aller Bestimmtheit im menschlichen Auge nachgewiesen worden und kommt außer im Menschen auch im Pferde und Esel vor[2]. In dem von Addario[3] näher beschriebenen Falle befand sich der 95 mm lange, aber noch nicht geschlechtsreife Wurm in einer erbsengroßen Geschwulst der Conjunctiva bulbi einer Frau aus der Provinz Catania. Aus der ausführlichen Beschreibung, die Grassi[4] unter Berichtigung eines wesentlichen Irrthums der Angaben Addario's von seiner Art gegeben hat, geht hervor, dass sie mit dem mir vorliegenden Thiere nicht zusammengehören kann. Denn es unterscheidet sich die F. inermis nicht nur durch andere Größenverhältnisse, sondern auch

[1] Die F. oculi humani v. Nordmann (= F. lentis Diesing) ist bekanntlich auf jugendliche Nematoden aufgestellt, von denen es noch zweifelhaft ist, zu welcher Art sie gehören.

[2] Vgl. Grassi, Centralblatt f. Bakteriologie u. Parasitenkunde. I. 1887. p. 617.

[3] Annali di Ottalmologia, XIV, 1885 und Centralblatt f. Bakteriologie u. Parasitenkunde. I. 1887. p. 24.

[4] l. c.

durch anderen Bau der Cuticula, andere Lage der Vaginalöffnung, bedeutendere Größe der Embryonen und durch andere Form und Organisation des Hinterleibsendes. Bei 0,475 mm Dicke hat F. inermis eine Länge von 5,5—16 cm, ist also durchweg größer und verhältnismäßig schlanker als unser Objekt. Die Dicke der Cuticula beträgt bei F. inermis nur 0,009 mm; oberflächlich ist die Cuticula fein quergestreift und mit gröberen Längsstreifen ausgestattet, die bei unserem Thiere fehlen; dagegen vermisst man bei F. inermis die bei unserem Thiere vorhandenen kleinen Cuticularpapillen. Die Vaginalöffnung liegt bei F. inermis ganz nahe am Munde. Die Embryonen sind um die Hälfte größer, indem sie bei 0,0055 mm Dicke eine Länge von 0,35 mm haben. Das Hinterleibsende ist bei F. inermis stumpfer abgerundet und umschließt zwei von Grassi näher beschriebene drüsenartige Gebilde, die unserem Thiere durchaus mangeln. Endlich tritt bei F. inermis die Geschlechtsreife erst bei Exemplaren auf, die eine Körperlänge von mehr als 11,5 mm erreicht haben. Aus allen diesen Gründen erscheint es völlig ausgeschlossen, dass unser Thier zu der Grassi'schen Art gerechnet werden könnte.

Sehen wir weiter, wie es sich mit den Beziehungen zu F. medinensis verhält? Sowohl aus der Vergleichung der geschlechtsreifen Thiere als auch der Larven ergiebt sich, dass der vorliegende Wurm auch nicht zu dieser Art gestellt werden kann. Dazu kommt, dass wenn es auch wahrscheinlich ist, dass die F. medinensis gelegentlich auch einmal im Auge vorkommt, so doch immerhin bis jetzt noch kein solcher Fall mit Sicherheit nachgewiesen ist. Leider kennen wir, wie Leuckart in seiner Darstellung des Medinawurmes[1] betont, die jüngeren Zustände desselben, in denen er erst 7—10 cm an Länge misst, in ihrem anatomischen Verhalten bis jetzt noch gar nicht, so dass wir auf die Vergleichung mit dem völlig erwachsenen Zustande angewiesen sind. Von diesem unterscheidet sich der hier vorliegende Wurm schon durch seine geringere Größe, denn die F. medinensis hat eine Länge von 45—80 cm. Ferner fehlt dem Medinawurm die Vagina, die bei unserem Thiere wohl ausgebildet ist. Weiter besitzt derselbe nur einen einzigen Uterus, während wir deren zwei antrafen. Dann ist die F. medinensis durch eine als Kopfschild bezeichnete Verdickung der Cuticula im Umkreis des Mundes und ebendort durch den Besitz von acht Papillen ausgezeichnet — alles Einrichtungen, die unserem Thiere abgehen. Die Schwanzspitze ist bei F. medinensis schärfer abgesetzt. Ihr Darm ist funktionslos geworden, während er bei unserem Thiere noch in voller

[1] Die menschlichen Parasiten. Bd. II. 1876. p. 650.

Thätigkeit steht. Zu diesen Unterschieden kommen noch andere, die den feineren Bau betreffen. Die Cuticula ist bei F. medinensis viel dicker (= 0,04—0,05 mm), ihre Ringelung aber ist feiner und es fehlen ihr die bei unserem Thiere beschriebenen wärzchenförmigen Papillen. Die Seitenfelder sind bei F. medinensis 0,5 mm breit, bei dem vorliegenden Thiere aber höchstens 0,1 mm. Die Kerne der Seitenfelder sind bei F. medinensis größer (= 0,014 mm) und eben so verhalten sich die Muskelkerne (= 0,02 mm). Nicht weniger scharf als die geschlechtsreifen Thiere unterscheiden sich auch schon die Embryonen beider Arten. Sie sind bei F. medinensis mehr als doppelt so lang (= 0,65 mm) und mehr als dreimal so dick (= 0,017 mm). Während 2/5 ihrer Länge auf den Schwanz entfallen, kommt bei den Jungen unseres Thieres höchstens 1/6 auf den Schwanz, wenn man diesen von der Andeutung des späteren Afters an rechnet oder sogar nur 1/11, wenn man den Schwanz von da an rechnet, wo die Verjüngung (= Zuspitzung) des Hinterleibes beginnt. Die Jungen der F. medinensis haben eine deutlich geringelte Cuticula, die wir bei den Jungen unseres Wurmes ganz glatt fanden; auch fehlen den letzteren die beiden eigenthümlichen Organe in der Schwanzwurzel, die LEUCKART bei den Embryonen der F. medinensis als »Schwanzpapillen« beschreibt. Unter diesen Umständen gelangt man nothwendig zu dem Schlusse, dass es sich bei dem uns vorliegenden Thiere um eine von F. medinensis specifisch verschiedene Form handele.

Anders liegt die Sache hinsichtlich der Filaria loa, von der wir freilich nur geringe zoologische Kenntnisse besitzen. Indessen reichen dieselben dennoch aus um unseren Wurm mit Sicherheit zu dieser Art zu stellen. Die F. loa wird beschrieben[1] als ein 30—40, selten bis 70 mm langer, cylindrischer Wurm von der Dicke einer dünnen Violinsaite, mit abgestumpften Vorder- und zugespitztem Hinterende, dessen etwas vorragender Mund unbewaffnet ist, dessen Darm gerade verläuft und dessen bereits Embryonen enthaltende Eier 0,035 mm lang und 0,025 mm breit sind. Vergleiche ich diese Diagnose mit meinen Befunden, so ergiebt sich eine weitgehende Übereinstimmung, die nur in zwei Punkten einer Erläuterung bedarf. Wenn es nämlich erstens heißt, der Mund sei etwas vorragend, während ich ein solches Verhalten an meinem Exemplar nicht sehen kann, so dürfte diese kleine Differenz sich wohl durch einen verschiedenen Kontraktionszustand der in beiden Fällen beobachteten Exemplare erklären lassen. Zweitens scheinen die in der Diagnose angegebenen Maße der Eier nicht zu

[1] Vgl. LEUCKART, l. c. p. 619 und BRAUN, Die thierischen Parasiten des Menschen. 2. Aufl. 1895. p. 226.

den von mir angegebenen zu stimmen. Das ist aber nur ein scheinbarer Widerspruch, denn es kommt ganz darauf an, in welchem Entwicklungsstadium sich der Embryo in dem der Messung zu Grunde gelegten Eie befindet. Ist derselbe noch in dem Stadium der eben erst beendeten Furchung (vgl. Fig. 9), so sind die Eier erheblich kleiner als am Ende der Embryonalentwicklung (vgl. Fig. 12). Es dehnt sich nämlich die Eihülle (= Embryonalhaut) mit der Ausbildung des Embryos etwas aus, so dass also die Größe des Eies von dem Alter des darin befindlichen Embryos beeinflusst wird. Fig. 9 und 12 sind bei gleicher Vergrößerung mit der Camera gezeichnet; in Fig. 9 beträgt die genaue Größe an Länge 0,034 und an Breite 0,022 mm, also noch etwas weniger als in der Diagnose von F. loa angegeben wird; in Fig. 12 dagegen ist das durchschnittliche (0,045 mm an Länge und 0,024 mm an Breite betragende) Maß der Eier schon überschritten, so dass die Länge jetzt 0,048 und die Breite 0,031 mm misst.

Demnach zweifle ich nicht, dass wir in unserem Thiere die echte Filaria loa vor uns haben. Dazu stimmt auch das Vorkommen unseres Wurmes, denn es schmarotzt die F. loa in der Regel zwischen der Conjunctiva und dem Bulbus des menschlichen Auges. Zu meinem Bedauern ist mir nicht die ganze, sehr zerstreute und zum Theil recht versteckte Litteratur zugängig, die sich auf das Auftreten der F. loa bezieht; nur die Mittheilungen von Bajon[1], Guyon[2] und die referirenden Angaben bei Davaine[3], Leuckart[4] und Braun[5] liegen mir vor.

Guyon[6] hat die von ihm und von älteren Beobachtern gesehenen Fälle zusammengestellt und, wie es scheint, ohne Kenntnis der schon früher von Guyot vorgenommenen Benennung den Namen Filaria subconjunctivalis in Vorschlag gebracht, da in allen jenen Fällen der Parasit sich unter der Conjunctiva eingenistet hatte. Alle diese Fälle weisen, da sie an Negerinnen und Negern, die erst vor Kurzem nach Westindien und Südamerika gelangt waren, auf deren westafrikanische Heimat (Gabun, Congo, Angola) zurück. Die Thiere hatten eine Größe von 38—54 mm; in einem von Mongin beobachteten Falle betrug die Größe fast genau dieselbe wie an unserem Thiere (40,5 mm). In einem von Lestrille an der Gabun-Küste selbst untersuchten Falle maß das

[1] Mémoires pour servir à l'histoire de Cayenne et de la Guiane françoise. T. I. Paris 1777. p. 325—327.

[2] Comptes rendus de l'Acad. de Paris. T. VII. 1838. p. 755 und T. LIX. 1864. p. 743.

[3] Traité des Entozoaires. Paris 1860. p. LXXIII und p. 750—752.

[4] l. c.

[5] l. c.

[6] l. c. 1864.

Thier 30 mm. Guyon erwähnt dann einen neuen Fall vom Gabun, in dem der Parasit 15 cm lang war. Gerade auf diesen Fall[1] aber dürfte sich der begründete, schon von Leuckart geäußerte Verdacht beziehen, dass es sich dabei vielleicht nicht um die wirkliche F. loa, sondern um die F. medinensis gehandelt habe. Im Übrigen aber scheint mir nach den oben dargelegten Unterschieden der F. loa von der F. medinensis die auch schon von Guyon vorgebrachte Vermuthung, dass überhaupt seine F. subconjunctivalis (= loa) mit medinensis zu vereinigen sei — eine Ansicht, zu der auch Leuckart bei der damaligen Sachlage zu neigen schien — nicht länger haltbar zu sein.

Da in unserem Falle der Patient wiederholt in Westafrika längere Zeit gelebt hat, so darf man wohl als sicher annehmen, dass er sich dort den Parasiten geholt hat. Räthselhaft bleibt aber die lange Zeit von rund vier Jahren, die seit seiner letzten Afrikareise verstrichen ist. Dass der Wurm einen solchen Zeitraum nöthig habe, um seine volle Größe und Geschlechtsreife zu erlangen, kann man wenigstens nach Analogie mit der Entwicklungsdauer der F. medinensis kaum für wahrscheinlich halten. Wenn das aber nicht der Fall ist, dann bleibt nur die Vermuthung übrig, dass der Wurm schon lange, bevor er sich unter die Conjunctiva einarbeitete und hier zur Beobachtung kam, seine volle Ausbildung erlangt hatte und bis zu jenem Zeitpunkte tiefer im Inneren seines Wirthes, vielleicht in dessen Orbita, lebte.

Nicht ohne Interesse ist die Frage nach dem weiteren Schicksale der Larven der F. loa. Falls das Thier, wie zu bezweifeln kein Grund ist, an seinem Wohnorte seine Jungen aus der Geschlechtsöffnung austreten lässt, werden dieselben, wenn nicht die Conjunctival-Anschwellung vorher nach außen aufgebrochen ist, was bis jetzt in keinem Falle beobachtet wurde, ihren Weg höchstwahrscheinlich in die Blutgefäße des Menschen finden und sich hier als sogenannte Hämatozoen der Untersuchung darbieten. Zu dieser Annahme fühlt man sich um so mehr gedrängt, wenn man auf die bemerkenswerthe Übereinstimmung achtet, die die Larven der F. loa in ihrem ganzen Habitus mit anderen, bereits bekannten Hämatozoen aufweisen. So erinnern sie in Größe und Form an die Hämatozoen, die Grassi[2] als erstes Larvenstadium der von unserer Art im Übrigen sicher verschiedenen Filaria recondita aus dem Blute des Hundes und aus dem Darme und der Leibeshöhle des Hundeflohes abgebildet hat. Noch mehr fordern unsere jungen Thiere

[1] Vgl. zu diesem Falle auch die Bemerkung von Grassi in seinem Artikel über Filaria inermis, l. c., p. 623 Anm.

[2] Centralblatt f. Bakteriologie u. Parasitenkunde. VII. 1890. p. 21.

zu einem Vergleiche mit den Filarialarven auf, die P. MANSON[1] aus dem Blute westafrikanischer Neger vor einigen Jahren beschrieben hat. Er unterscheidet drei verschiedene Arten von Hämatozoen, von denen er die eine für identisch mit der zu Filaria bancrofti gehörigen Filaria sanguinis hominis Lewis hält; die beiden anderen bezeichnet er als F. sanguinis hominis major und F. sang. hom. minor. Die F. sang. hom. major steht der LEWIS'schen Form am nächsten. MANSON vermuthet von ihr, dass sie die damals noch nicht bekannte Jugendform der F. loa darstelle, giebt aber trotzdem der zugehörigen, einstweilen noch unbekannten, erwachsenen Form den vorläufigen Namen F. diurna, weil diese Larven im Gegensatze zu denen der F. bancrofti nicht in der Nacht, sondern am Tage in den Hautblutgefäßen ihrer Wirthe auftreten. Es unterscheidet sich aber die von ihm als F. sang. hom. major beschriebene Larve eben so wie die der F. bancrofti von den mir vorliegenden Larven durch ihre Größe (Länge = 0,317 mm, Breite = 0,007 mm), durch den Besitz einer scheidenförmigen Umhüllung des Körpers und durch einen verhältnismäßig längeren Schwanz. Demnach scheint es mir vor der Hand nicht zulässig zu sein, die F. sang. hom. major als die Jugendform der F. loa anzusehen.

Die dritte der von MANSON beschriebenen Hämatozoen-Formen dagegen, seine Filaria sanguinis hominis minor, für deren noch unbekannte, geschlechtsreife Form er den Namen F. perstans vorschlägt, dürfte eher zu den von mir beobachteten Larven gehören. Wenigstens fehlt hier die Umhüllung des Körpers durch eine besondere Scheide; der Körper ist völlig durchsichtig, die Schwanzspitze stumpf abgestutzt. Dagegen bleibt die von MANSON angegebene Größe hinter den von mir gefundenen Maßen zurück; er fand die Länge nur zu 0,203 und die Breite zu 0,0046 mm. Man bleibt also schließlich doch im Zweifel, ob unsere Larven mit der MANSON'schen F. sang. hom. minor identisch sind. Über die angeblich durch die F. sang. hom. minor verursachte Hautkrankheit, die unter dem Namen Craw-Craw bei der Neger-Bevölkerung Westafrikas bekannt ist, fehlte mir die Möglichkeit mich näher zu unterrichten.

Nach alledem bleibt es zukünftigen Untersuchungen vorbehalten hier die wünschenswerthe Aufklärung beizubringen. Für jetzt muss ich mich begnügen Einiges zur Kenntnis der F. loa beigetragen zu haben an der Hand eines Einzelfalles, der meines Wissens der erste ist, der in Europa von einem Zoologen beobachtet und näher untersucht worden ist. Wahrscheinlich hat sich aber unlängst ein gleicher

[1] The Filaria sanguinis hominis major and minor, two new species of Haematozoa. in: The Lancet. London 1891. Vol. I. p. 4—8.

Fall in Europa zugetragen; denn ich vermuthe, dass es sich ebenfalls um die F. loa gehandelt hat, wenn es in einem vorläufigen Zeitungsberichte über die diesjährige Versammlung der ophthalmologischen Versammlung zu Heidelberg heißt, dass in der Sitzung vom 5. August Herr ROBERTSON (Edinburg) Präparate von einer Filaria vorgezeigt habe, die aus dem Auge einer Patientin stammen, die mehrere Jahre in Westafrika gelebt hatte.

Bonn, 8. Oktober 1895.

Nachschrift bei der Korrektur. In dem British Medical Journal vom 27. Oktober 1894, das mir erst jetzt zugängig geworden ist, finden sich p. 920—921 einige nähere Angaben über den oben erwähnten, von ROBERTSON operirten Fall, aus denen hervorgeht, dass es sich thatsächlich um denselben Parasiten handelt. ROBERTSON beschreibt in dieser Mittheilung das auch schon von älteren Beobachtern angegebene Wandern des Wurmes aus einem Auge in das andere durch die Haut des Nasenrückens hindurch. Das extrahirte Thier war 25 mm lang und 0,5 mm dick; das Schwanzende stärker verjüngt als das nur wenig verschmälerte Vorderende. In einer Eingeweideschlinge, die aus einer Rissstelle des Thieres ausgetreten war, wird der Darmkanal vermuthet; doch scheint keine genauere Untersuchung derselben stattgefunden zu haben. Nur aus der geringen Größe des Thieres wird die Vermuthung abgeleitet, dass es ein Männchen sei. (Diese Schlussfolgerung scheint mir nicht zulässig — eine mikroskopische Untersuchung der ausgetretenen Eingeweideschlinge würde vielleicht doch zeigen, dass ein Weibchen vorliegt.) Das Blut der Patientin wurde auf Hämatozoen untersucht, aber mit negativem Ergebnis. Dr. P. MANSON, dem das Thier vorgelegt wurde, hält es für eine Filaria loa und schätzt deren Lebensdauer auf zehn Jahre und darüber.

Bonn, 3. November 1895.

Zweite Nachschrift. Bei Gelegenheit eines Vortrages, den ich in der gestrigen Sitzung der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde über die Filaria loa hielt, wurde mir von befreundeter Seite die neueste, vom selben Tage (4. Nov. d. J.) datirte Nummer der Berliner klinischen Wochenschrift überreicht, die p. 956—958 einen Artikel von J. HIRSCHBERG enthält, betitelt: »Über einen aus dem

menschlichen Augapfel entfernten Fadenwurm«. Es wird darin eine kurze, nichts Neues bietende Beschreibung eines 40 mm langen, 0,5 mm dicken Exemplares der Filaria loa gegeben, das im Congogebiet aus dem Auge eines Negers entfernt worden war; eine genauere Untersuchung konnte nicht vorgenommen werden, da das Exemplar nicht verletzt werden durfte. Im Übrigen enthält der Artikel eine Zusammenstellung ähnlicher Fälle aus der älteren bis neuesten medicinischen Litteratur, darunter einen Fall, der mir entgangen war. Derselbe ist im vorigen Jahre an einem 2½jährigen Negermädchen vom Congo in Belgien beobachtet und von LACOMPTE in den Annales de la société de Gand, Oktober 1894, beschrieben worden. Der Fall ist, wenn er sich, was mir nicht hinreichend sichergestellt zu sein scheint, wirklich auf die Filaria loa bezieht, dadurch bemerkenswerth, dass er der erste ist, in dem der Parasit im Inneren des Augapfels (in der vorderen Kammer) lebte. Der Wurm war 15 mm lang, 0,08 mm dick, besaß einen den ganzen Körper durchziehenden Verdauungskanal, war aber noch nicht geschlechtsreif.

Bonn, 5. November 1895. (H. LUDWIG.)

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXXVIII.

Fig. 1. Der ganze Wurm in dem Zustande, in dem er zur Untersuchung gelangte. An vier Stellen sind Eingeweideschlingen aus Rissstellen der Körperwand hervorgetreten. *a*, Vorderende; *b*, Hinterende; *v*, Vagina. Vergr. 4/1.

Fig. 2. Umriss des Hinterendes in der Seitenansicht. *C*, Cuticula; *P*, Papillen derselben. Vergr. 95/1.

Fig. 3 u. 4. Zwei einem Uterus entnommene, fertige und ausgeschlüpfte Larven, im Umriss gezeichnet. *a*, Vorderende; *b*, Hinterende. Vergr. 355/1.

Fig. 5 u. 6. Zwei ebensolche aus der Vagina. Vergr. 355/1.

Fig. 7. Vier Eizellen aus einem Ovarialabschnitt der Genitalschläuche. Vergr. 355/1.

Fig. 8. Eine isolirte Eizelle, ebendaher. Vergr. 355/1.

Fig. 9, 10, 11, 12. Vier auf einander folgende Stadien der Embryonalentwicklung aus einem Uterus. In Fig. 12 ist die Larve vollständig ausgebildet. Vergr. 355/1.

Fig. 13. Eine Larve aus einem Uterus, der sich zu strecken begonnen und dem entsprechend seine Hülle sackförmig ausgedehnt hat. Vergr. 355/1.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.



